

**PENGEMBANGAN MODEL TELEKONEKSI ANTARA FENOMENA  
*INDIAN OCEAN DIPOLE* (IOD) DENGAN EL NIÑO MODOKI DAN  
PENGARUHNYA TERHADAP ANOMALI CURAH HUJAN EKSTRIM  
DI PULAU JAWA**

**SKRIPSI**

Diajukan kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains



Oleh:  
Novi Yoviyanti  
NIM 14306144010

**PROGRAM STUDI FISIKA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS NEGERI YOGYAKARTA  
2018**

## LEMBAR PERSETUJUAN

Tugas Akhir Skripsi dengan judul

**PENGEMBANGAN MODEL TELEKONEKSI ANTARA FENOMENA  
INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) DENGAN EL NIÑO MODOKI DAN  
PENGARUHNYA TERHADAP ANOMALI CURAH HUJAN EKSTRIM  
DI PULAU JAWA**

Disusun Oleh:

Novi Yoviyanti  
NIM 14306144010

telah memenuhi syarat dan disetujui oleh Dewan Pembimbing untuk  
dilaksanakan Ujian Akhir Tugas Akhir Skripsi bagi yang bersangkutan.

Yogyakarta, 19 Juli 2018

Menyetujui,

Pembimbing I,

Pembimbing II,



Prof. Dr. Ir. Eddy Hermawan, M.Sc  
NIP. 196201281990031003



Denny Darmawan, S.Si., M.Sc  
NIP. 197912022003121002

Mengetahui,

Ketua Program Studi



Drs. Nur Kadarisman, M. Si.  
NIP. 197912022003121002

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Novi Yoviyanti

NIM : 14306144010

Program Studi : Fisika

Judul TAS : Pengembangan Model Telekoneksi Antara Fenomena  
*Indian Ocean Dipole* (IOD) dengan El Niño Modoki  
dan pengaruhnya Terhadap Anomali Curah Hujan Ekstrim  
di Pulau Jawa

menyatakan bahwa skripsi ini benar-benar karya saya sendiri. Sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali sebagai acuan atau kutipan dengan mengikuti tata penulisan karya ilmiah yang telah lazim.

Yogyakarta, 19 Juli 2018

Yang menyatakan,



Novi Yoviyanti  
NIM 14306144010

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir Skripsi

**PENGEMBANGAN MODEL TELEKONEKSI ANTARA FENOMENA  
INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) DENGAN EL NIÑO MODOKI DAN  
PENGARUHNYA TERHADAP ANOMALI CURAH HUJAN EKSTREM  
DI PULAU JAWA**

Disusun Oleh:

Novi Yoviyanti  
NIM 14306144010

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji Tugas Akhir Skripsi  
Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Pada tanggal 6 Agustus 2018

### TIM PENGUJI

Nama	Jabatan	Tanda Tangan	Tanggal
Prof. Dr. Eddy Hermawan, M.Sc NIP 19620128 199003 1 003	Ketua Penguji		10-8-2018
Dr. Warsono, M.Si NIP 19681101 199903 1 002	Penguji Utama		14-8-2018
Denny Darmawan, M.Sc NIP 19791202 200312 1 002	Sekretaris Penguji		13-8-2018

Yogyakarta, 14 Agustus 2018  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Yogyakarta  
Dekan,



Dr. Hartono  
NIP 19620329 198702 1 002

## **MOTTO**

*Laa hawla wa laa quwwata illa billah*

*Karena sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan*

*(QS: Al-Insyirah : 5)*

## **PERSEMBAHAN**

Alhamdulillah robbil'alamin, puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT atas Karunia-Nya saya diberikan kesehatan, kelancaran, dan kemudahan sehingga saya dapat menyelesaikan karya tulis ini. Karya tulis ini saya persembahkan untuk kedua orangtua saya, Bapak Supoyo dan Mama Evi Murlis Susanti yang telah menginjeksikan segala idealisme, prinsip, edukasi dan kasih sayang berlimpah yang dengan penuh kesabaran dan pengertian luar biasa memberikan do'a dan segalanya. Kubingkiskan karya tulis ini untuk:

- Kedua adik saya Muhammad Leo Funakoshi dan Ayu Tri Kusuma Dewi yang telah memberikan do'a dan motivasi untuk memberikan yang terbaik.
- Saudara dan keluarga besar yang turut memberikan do'a, support, dan kasih sayangnya.

**PENGEMBANGAN MODEL TELEKONEKSI ANTARA FENOMENA  
INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) DENGAN EL NIÑO MODOKI DAN  
PENGARUHNYA TERHADAP ANOMALI CURAH HUJAN EKSTRIM  
DI PULAU JAWA**

Novi Yoviyanti  
NIM 14306144010

**ABSTRAK**

Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan model telekoneksi yang sesuai antara IOD dan El Niño Modoki serta menguji keakuratan model untuk prediksi ke depan, menganalisis perilaku model dan pengaruh telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki terhadap anomali curah hujan di Semarang, Surabaya, dan Cilacap, serta memprediksikan indeks hasil telekoneksi IOD dan El Niño Modoki untuk beberapa bulan ke depan. Wilayah kajian dalam penelitian ini meliputi Semarang, Surabaya, dan Cilacap dalam periode Januari 1981 – November 2017.

Penelitian ini dilakukan dengan membentuk indeks baru hasil perpaduan antara anomali suhu permukaan laut IOD dan El Niño Modoki (IOD+EMI) yang mewakili telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki. Setelah indeks IOD+EMI didapatkan, kemudian membuat model prediksi dengan menggunakan metode Box-Jenkins. Model tersebut kemudian diaplikasikan ke dalam kondisi curah hujan ekstrim.

Model prediksi yang didapatkan untuk data telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki adalah ARIMA (4,1,5) dengan persamaan  $Z_t = 1,4676 Z_{t-1} - 0,7158 Z_{t-2} + 0,8934 Z_{t-3} - 0,8046 Z_{t-4} + 0,1594 Z_{t-5} + 0,0000984 - 0,5145 a_{t-1} + 0,2196 a_{t-2} - 0,7085 a_{t-3} + 0,1696 a_{t-4} - 0,1551 a_{t-5}$ . Persamaan model menunjukkan bahwa untuk prakiraan data IOD+EMI tergantung dari data 4 bulan dan galat 5 bulan sebelumnya. Model ini sangat baik untuk peramalan jangka pendek, dibuktikan dengan nilai koefisien korelasi hasil validasi model yaitu untuk 3 bulan sebesar 0,997 ; 6 bulan sebesar 0,923 ; 9 bulan sebesar 0,920 ; 11 bulan sebesar 0,920. Berdasarkan hasil analisis korelasi diketahui bahwa dampak telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki yang paling signifikan terjadi di wilayah Semarang dengan nilai koefisien korelasi -0,832 dan P-Value 0,000, dan lebih signifikan di musim basah daripada musim kemarau yang dijelaskan melalui analisis spasial. Hasil prediksi dengan menggunakan model ARIMA (4,1,5) untuk 6 bulan ke depan (Desember 2017 - Mei 2018) menunjukkan bahwa nilai aSML IOD+EMI masih berada dalam kisaran nilai -0,5°C sampai 0,5°C yang berarti masih dalam kondisi normal.

**Kata Kunci:** IOD, El Niño Modoki, Curah Hujan Ekstrim.



# DEVELOPMENT OF TELECONNECTION MODEL BETWEEN INDIAN OCEAN DIPOLE (IOD) PHENOMENA WITH EL NIÑO MODOKI AND THE EFFECT ON EXTREME RAINFALL ANOMALIES IN JAVA ISLAND

Novi Yoviyanti  
NIM 14306144010

## ABSTRACT

The purpose of this study was to determine the appropriate teleconnection model between IOD and El Niño Modoki and to model accuracy for future prediction, to analyze model behavior and teleconnection effects between IOD and El Niño Modoki on rainfall anomalies in Semarang, Surabaya and Cilacap, and to predict index teleconnection results of IOD and El Niño Modoki for the next few months. The areas of this study included Semarang, Surabaya and Cilacap in the period January 1981 - November 2017.

This research was conducted by forming a new index of mixed results between sea IOM temperature anomaly and El Niño Modoki (IOD + EMI) representing teleconnection between IOD and El Niño Modoki. After IOD + EMI index is obtained, then make a prediction model using Box-Jenkins method. The model is then applied to extreme rainfall conditions.

The prediction model obtained for teleconnection data between IOD and El Niño Modoki is ARIMA (4,1,5) with equation of  $Z_t = 1,4676 Z_{t-1} - 0,7158 Z_{t-2} + 0,8934 Z_{t-3} - 0,8046 Z_{t-4} + 0,1594 Z_{t-5} + 0,0000984 - 0,5145 a_{t-1} + 0,2196 a_{t-2} - 0,7085 a_{t-3} + 0,1696 a_{t-4} - 0,1551 a_{t-5}$ . The model equations show that for IOD + EMI data forecasts depending on the 4 months data and the previous 5 months for the error. This model is robust for short-term forecasting, proved by the value of correlation coefficient from validation of the model that is 0,997 for 3 months; 0,923 for 6 months; 0,920 for 9 months; 0,920 for 11 months. Based on the result of correlation analysis showed that teleconnection impact between IOD and El Niño Modoki is the most significant in Semarang region with correlation coefficient value of -0,832 and P-Value of 0,000, and more significant in wet season than dry season explained by spatial analysis. Prediction results using ARIMA model (4,1,5) for the next 6 months (December 2017 - May 2018) said that IOD + EMI aSML value is still within the range of -0,5°C to 0,5°C which means it is still in normal condition.

**Keywords:** IOD, El Niño Modoki, Extreme Rainfall.



## KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas berkat rahmat dan karunia-Nya, Tugas Akhir Skripsi dalam rangka untuk memenuhi sebagian persyaratan untuk mendapatkan gelar Sarjana Sains dengan judul “**Pengembangan Model Telekoneksi Antara Fenomena *Indian Ocean Dipole* (IOD) dengan El Niño Modoki dan Pengaruhnya Terhadap Perilaku Curah Hujan Ekstrim di Pulau Jawa**” dapat disusun sesuai dengan harapan. Tugas Akhir Skripsi ini dapat diselesaikan tidak lepas dari bantuan dan kerjasama dengan pihak lain. Berkenaan dengan hal tersebut, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Bapak Dr. Hartono, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang memberikan persetujuan pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi.
2. Bapak Nur Kadarisman, M.Si., selaku Ketua Program Studi Fisika yang telah memberikan izin dalam pelaksanaan penelitian ini.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Eddy Hermawan, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Denny Darmawan, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak memberikan semangat, dorongan, dan bimbingan selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.
4. Bapak Yusman Wiyatmo, M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan izin dalam pelaksanaan penelitian ini.
5. Bapak Ir. Halimurrahman, MT., selaku Kepala Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer yang telah memberi ijin dan bantuan dalam pelaksanaan Tugas Akhir Skripsi ini.
6. Bapak Dr. Trismidianto, M.Si dan Mbak Shailla Rustiana, S.Si., M.Stat yang telah membantu dalam penyempurnaan Tugas Akhir Skripsi ini.
7. Seluruh Dosen Jurusan Pendidikan Fisika FMIPA UNY yang senantiasa memberikan ilmu pengetahuan yang bermanfaat.

8. Para peneliti dan staff LAPAN Bandung yang telah memberi bantuan memperlancar pengambilan data selama proses penelitian Tugas Akhir Skripsi ini.
9. Teman dan sahabat, Neneng, Fiqie, Rahid, Ikrom, Dhani, Ganjar, Wiwi dan Rita yang telah memberikan waktu dan supportnya dalam mengerjakan tugas akhir skripsi ini.
10. Keluarga besar Himpunan Mahasiswa Fisika UNY, teman seperjuangan di Kolega Fisika 2014 dan teman-teman SikaE (Fisika E 2014) atas kekeluargaan yang tak hentinya memberikan pengalaman dan kenangan luar biasa selama ini. SikaE... Hebat e!!
11. Seluruh pihak, secara langsung maupun tidak langsung, yang tidak dapat disebutkan di sini atas bantuan dan perhatiannya selama penyusunan Tugas Akhir Skripsi ini.

Semoga Allah SWT memberikan balasan atas kebaikan yang telah diberikan. Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari sempurna, sehingga penulis mengharapkan adanya masukan dan kritik yang membangun guna perbaikan penelitian ke depannya. Semoga Tugas Akhir Skripsi ini menjadi informasi bermanfaat bagi pembaca atau pihak lain yang membutuhkannya.

Yogyakarta, 19 Juli 2018

Penulis,

Novi Yoviyanti  
NIM 14306144010



## DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL .....	i
LEMBAR PERSETUJUAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
MOTTO .....	v
PERSEMBAHAN .....	vi
ABSTRAK .....	vii
ABSTRACT .....	viii
KATA PENGANTAR .....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR .....	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah .....	5
C. Batasan Masalah.....	5
D. Rumusan Masalah .....	6
E. Tujuan Penelitian.....	6
F. Manfaat Penelitian.....	7
BAB II KAJIAN PUSTAKA .....	8
A. Kajian Teori.....	8
1. Curah Hujan di Indonesia .....	8
2. <i>Indian Ocean Dipole</i> (IOD) .....	10
3. El Niño Modoki.....	13
4. Metode Analisis Spektral.....	17
5. Metode Box-Jenkins.....	20
a. Stasioneritas.....	21
b. Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial .....	25
c. Klasifikasi Model ARIMA .....	27
d. Keterandalan Peramalan.....	28
6. Analisis Korelasi.....	29
B. Kerangka Berpikir.....	30
BAB III METODE PENELITIAN.....	32
A. Tempat dan Waktu Penelitian.....	32
B. Objek Penelitian .....	32
C. Instrumen Penelitian .....	33
D. Teknik Pengambilan Data.....	34
E. Teknik Analisis Data.....	35
F. Diagram Alir Penelitian.....	38
BAB VI HASIL DAN PEMBAHASAN .....	39
A. Analisis Curah Hujan .....	39

B. Analisis IOD dan El Niño Modoki.....	42
C. Model Berbasis ARIMA.....	44
1. Identifikasi .....	45
2. Penaksiran Parameter Model.....	47
3. Pengujian Model .....	48
4. Peramalan .....	52
D. Aplikasi Terhadap Kondisi Ekstrim.....	56
1. Analisis Temporal .....	56
2. Analisis Spasial.....	57
3. Analisis Korelasi .....	59
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	61
A. Kesimpulan.....	61
B. Saran.....	62
DAFTAR PUSTAKA .....	63
LAMPIRAN.....	66

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kategori Curah Hujan Bulanan.....	9
Tabel 2. MSE dan SSE untuk Model ARIMA Data IOD+EMI Periode Januari 1981 – Desember 2016 .....	48
Tabel 3. Perbandingan Data Asli, Nilai Prakiraan, dan Nilai Galat Periode Januari 1981 - Desember 2016 .....	51
Tabel 4. Hasil Uji Validasi Data IOD+EMI dengan Hasil Prakiraan Model ARIMA (4,1,5) Periode Januari 2017 – November 2017 .....	53
Tabel 5. Hasil Uji Validasi Data IOD+EMI dengan Hasil Prakiraan Model ARIMA (4,1,5) Beberapa Bulan Kedepan .....	54
Tabel 6. Nilai Prediksi Indeks IOD+EMI Hasil Model ARIMA dan Hasil POAMA. ....	55
Tabel 7. Koefisien Korelasi Anomali Curah Hujan Terhadap IOD dan El Niño Modoki .....	60

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Pola Curah Hujan di Indonesia.....	10
Gambar 2.	Gambaran Kejadian IOD Positif dan Negatif di Samudera Hindia.....	12
Gambar 3.	Pola Penghangatan El Niño Konvensional dan El Niño Modoki di Pasifik Tropis. ....	13
Gambar 4.	Wilayah Perhitungan El Niño Modoki Indeks.....	15
Gambar 5.	Skema Kondisi Normal dan El Niño Modoki .....	16
Gambar 6.	Plot Data Tidak Stasioner.....	23
Gambar 7.	Plot ACF dan PACF Data Tidak Stasioner.....	24
Gambar 8.	Diagram Alir Penelitian.....	38
Gambar 9.	<i>Time Series</i> Curah Hujan Berberapa Wilayah di Indonesia Periode 1981 - 2017.....	39
Gambar 10.	Rerata Curah Hujan Bulanan Berbagai Wilayah di Indonesia Periode 1981 – 2017 .....	40
Gambar 11.	<i>Time Series</i> Anomali Curah Hujan Berberapa Wilayah di Indonesia Periode 1981 – 2017 .....	40
Gambar 12.	<i>Power Spectral Density</i> (PSD) Curah Hujan Periode 1981 – 2017 .....	41
Gambar 13.	<i>Time Series</i> IOD dan El Niño Modoki Berbagai Wilayah di Indonesia Periode 1981 – 2017 .....	43
Gambar 14.	<i>Power Spectral Density</i> (PSD) Indeks IOD dan El Niño Modoki Periode 1981 – 2017.....	44
Gambar 15.	Deret Waktu, Fungsi Autokorelasi, dan Autokorelasi Parsial dari Data Anomali SST DMI+EMI Periode Januari 1981 – 2016.....	46
Gambar 16.	<i>Modified Box-Pierce</i> (Ljung-Box) <i>Chi-Square Statistic</i> .....	49
Gambar 17.	Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov.....	49
Gambar 18.	Parameter ARIMA (4,1,5).....	50
Gambar 19.	Plot Data Asli IOD+EMI dengan Hasil Model ARIMA (4,1,5) Periode Januari 2017 – November 2017 .....	52
Gambar 20.	Plot Data Asli IOD+EMI dengan Hasil Uji Validasi ARIMA (4,1,5) Periode Januari 2017 – November 2017 .....	53
Gambar 21.	Plot Data Hasil Prediksi IOD+EMI dengan Model ARIMA (4,1,5) dan POAMA Periode Desember 2017 – Mei 2018 .....	55
Gambar 22.	<i>Time Series</i> Anomali Curah Hujan dan Model IOD+EMI Periode 1981 – 2017.....	56
Gambar 23.	Analisis Spasial Hovmoller Plot Bujur dan Lintang Pulau Jawa Pada Saat Kondisi Ekstrem 2015 - 2016.....	57
Gambar 24.	Distribusi Anomali Curah Hujan Pulau Jawa Pada Puncak Kondisi Ekstrem Kemarau 2015 dan Ekstrem Basah 2016 .....	58



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Anomali Curah Hujan Periode Januari 1981 – November 2017.....	66
Lampiran 2. Data Indeks IOD, El Niño Modoki, dan IOD+EMI Periode Januari 1981- November 2017.....	72
Lampiran 3. Data Asli, Nilai Prakiraan, dan Nilai Galat Periode Januari 1981 – Desember 2016 .....	78
Lampiran 4. <i>Script</i> Pengolahan Data dengan Teknik <i>Power Spectral Density</i> (PSD) .....	84
Lampiran 5. <i>Script</i> Diagram Hovmoller Tahun 2015 – 2016 .....	85
Lampiran 6. <i>Script</i> Anomali Curah Hujan Pulau Jawa Saat Puncak Kondisi Ekstrim.....	86
Lampiran 7. <i>Script</i> Klimatologis Curah Hujan Pulau Jawa 1981 – 2016 .....	88
Lampiran 8. Tahap Pengolahan Data .....	90
Lampiran 9. <i>Time Series</i> Curah Hujan Observasi, CHIRPS, dan Koreksi Periode 1981 - 2017 .....	93
Lampiran 10. Klimatologis Curah Hujan Pulau Jawa Periode 1981 - 2016.....	95
Lampiran 11. Distribusi Anomali Curah Hujan Pulau Jawa Saat Kondisi Ekstrim Kemarau 2015 .....	97
Lampiran 12. Distribusi Anomali Curah Hujan Pulau Jawa Saat Kondisi Ekstrim Basah 2016 .....	99



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang**

Indonesia terletak di wilayah tropis yang dilalui oleh garis khatulistiwa, diapit oleh dua benua (Asia dan Australia), dan dua samudera (Pasifik dan Hindia). Letak geografis yang unik menyebabkan cuaca dan iklim di Indonesia sangat kompleks dan dinamis. Kondisi cuaca dan iklim yang tidak normal di Indonesia sering terjadi karena pengaruh fenomena iklim global. Dalam membahas cuaca dan iklim tidak akan lepas dari interaksi antara daratan, lautan maupun udara di suatu wilayah. Berdasarkan hal tersebut, maka sangat menarik apabila dilakukan kajian mengenai interaksi antara daratan, lautan, dan udara serta pengaruhnya untuk memprediksi cuaca dan iklim.

Pada tahun 1997, dua kelompok peneliti dari Jepang menemukan suatu fenomena yang mirip dengan El Niño di daerah Samudera Hindia. Fenomena tersebut menunjukkan bahwa suhu massa air di sepanjang ekuator Samudera Hindia cenderung berosilasi yang mengakibatkan perubahan suhu permukaan laut dalam skala besar sehingga berpengaruh terhadap pola iklim di daerah sekitarnya, termasuk pola curah hujan di Indonesia. Fenomena ini dikenal dengan sebutan IOD (*Indian Ocean Dipole*) setelah pertama kali dikemukakan oleh peneliti Jepang Yamanaga dan Saji di tahun 1992. *Dipole mode* umumnya terjadi secara bebas dan merupakan fenomena kopel atmosfer-laut di Samudera Hindia Tropis (Saji *et al.*, 1999; Webster *et al.*, 1999; Ashok *et al.*, 2001).

DMI (*Dipole Mode Index*) merupakan indikator fenomena interaksi antara laut dan atmosfer di Samudera Hindia (IOD) yang ditetapkan berdasarkan selisih suhu permukaan laut di perairan timur benua Afrika dan di perairan Samudera Hindia sebelah barat Pulau Sumatera. Fenomena IOD positif ditunjukkan dengan pusat tekanan rendah berada di pantai timur Afrika yang menyebabkan bergesernya pusat konveksi di wilayah Indonesia bagian barat menuju ke arah timur Afrika sehingga intensitas curah hujan di wilayah Indonesia relatif rendah. Sebaliknya, saat IOD negatif pusat tekanan rendah berada di pantai barat Pulau Sumatera sehingga pusat konveksi bergeser dari timur Afrika ke pantai barat Pulau Sumatera, yang menghasilkan curah hujan yang relatif tinggi di wilayah Indonesia.

Sementara di Samudera Pasifik Tropis, Ashok *et al.* (2007) telah melakukan kajian terhadap anomali suhu muka laut yang terjadi pada tahun 2004 terkait dengan pola penghangatan dan pola interaksinya. Hasil kajian tersebut memperkenalkan suatu istilah yang menggambarkan pola anomali penghangatan suhu muka laut yang berbeda dari biasanya, yang dikenal dengan istilah El Niño Modoki. Kejadian El Niño Modoki ditunjukkan dengan adanya kolam panas yang terkonsentrasi hanya di bagian tengah Samudera Pasifik ekuator, sedangkan di bagian timur dan baratnya tetap dingin.

Fenomena iklim ekstrim menjadi suatu kajian yang menarik perhatian para peneliti iklim global. Seperti yang dilakukan Coughlan *et al.* (2004) terkait kekeringan yang berlangsung lama pada tahun 2002 dan tercatat sebagai kekeringan dengan peringkat ke-4 terparah sepanjang sejarah kekeringan di

Australia. Weng *et al.* (2007) juga mengkaji fenomena iklim ekstrim yang terjadi pada tahun 2004. Pada tahun tersebut tercatat bahwa suhu udara di Jepang sangat tinggi dan terdapat 10 kejadian topan yang memecahkan rekor topan musim panas. Wilayah Amerika Utara bagian barat mulai dari Alaska hingga California juga mengalami kekeringan yang parah. Tahun 2002 dan 2004 merupakan tahun yang menunjukkan pola penghangatan suhu muka laut yang terkonsentrasi hanya di Pasifik bagian tengah. Hasil analisis kajian Weng *et al.* (2007) dan Ashok *et al.* (2007) menyatakan bahwa fenomena iklim ekstrim tidak bisa dijelaskan oleh pola interaksi El Niño biasa, karena terdapat indikasi fenomena iklim ekstrim sebagai dampak El Niño Modoki terhadap kondisi iklim global. Penelitian Konrad (1997) menyatakan bahwa telekoneksi sering diamati pada kejadian iklim yang terpisah pada jarak ribuan kilometer. Hal ini konsisten dengan kejadian IOD dan El Niño Modoki yang mana kejadian tersebut berlangsung di Samudera Hindia dan Samudera Pasifik. Kajian tentang peran IOD dan El Niño Modoki secara terpisah sebagai fenomena dalam sistem iklim di kawasan tropis telah banyak dilakukan. Namun peran dan dampak fenomena tersebut jika terjadi secara bersamaan terhadap curah hujan di Indonesia belum banyak diketahui.

Variasi cuaca dan iklim sangatlah perlu diperhatikan karena sebagian wilayah Indonesia terletak di belahan bumi utara dan sebagian di belahan bumi selatan khatulistiwa. Meskipun musim hujan dan kemarau terjadi secara periodik, tetapi panjang musim dan jumlah curah hujan untuk setiap musim tidaklah selalu sama. Kondisi ini menunjukkan bahwa musim di Indonesia dapat terbentuk dan dipengaruhi oleh fenomena iklim global yang saling berinteraksi. Interaksi yang

terjadi dapat saling menguatkan maupun saling melemahkan. Berdasarkan hal tersebut perlu untuk dilakukan analisis lebih lanjut mengenai dampak IOD dan El Niño Modoki saat keduanya terjadi secara bersamaan untuk memprediksi cuaca atau iklim di Indonesia. Hal ini juga penting dilakukan agar kejadian ekstrim kering berkepanjangan seperti yang terjadi di tahun 1982 dan 1997 dapat diantisipasi kehadirannya (Hermawan *et al.*, 2016). Studi ini merupakan pengembangan hasil studi sebelumnya yang dilakukan oleh Rustiana (2014) yang fokus pada dampak keragaman curah hujan Pulau Jawa akibat El Niño Modoki dan Nurwahidah (2017) yang fokus pada dampak telekoneksi El Niño Modoki dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) terhadap curah hujan Indonesia, maka studi ini lebih menekankan pada pengembangan model telekoneksi *Indian Ocean Dipole* (IOD) dan El Niño Modoki terhadap anomali curah hujan ekstrim di Pulau Jawa, khususnya Semarang, Surabaya, dan Cilacap. Pemilihan wilayah Semarang, Surabaya, dan Cilacap sebagai lokasi kajian penelitian karena wilayah pantai utara Jawa merupakan wilayah yang sensitif terhadap terjadinya iklim global (Estiningtyas *et al.*, 2007) sehingga sering mendapatkan dampak iklim ekstrim seperti kekeringan dan banjir yang parah. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai dampak IOD dan El Niño Modoki terhadap perilaku curah hujan di Indonesia terutama di wilayah kajian.

## **B. Identifikasi Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas dapat diidentifikasi permasalahan sebagai berikut:

1. Model yang sesuai dan akurat untuk telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki belum diketahui.
2. Dampak telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki terhadap anomali curah hujan di Semarang, Surabaya, dan Cilacap belum diketahui.
3. Nilai prediksi indeks hasil telekoneksi IOD dan El Niño Modoki untuk beberapa bulan ke depan belum dapat ditentukan dengan tepat.

## **C. Pembatasan Masalah**

Ruang lingkup masalah yang diamati pada penelitian adalah sebagai berikut:

1. Data yang digunakan adalah data jumlah curah hujan bulanan dari observasi dan CHIRPS di 3 stasiun penelitian, yaitu Stasiun Meteorologi Ahmad Yani Semarang, Stasiun Meteorologi Perak 1 Surabaya, dan Stasiun Meteorologi Cilacap.
2. Data iklim global yang digunakan adalah data bulanan indeks *Indian Ocean Dipole* (IOD) dan Indeks El Niño Modoki.
3. Fokus penelitian hanya saat IOD dan El Niño Modoki berada dalam satu fase dan tidak melibatkan pengaruh monsun pada saat itu.
4. Waktu penelitian diambil dari rentang waktu 37 tahun mulai Januari 1981 sampai November 2017.



5. Pemodelan indeks menggunakan metode deret waktu Box-Jenkins.
6. Periode kondisi ekstrim yang dianalisis yaitu saat kemarau panjang 2015 dan basah panjang 2016.

#### **D. Rumusan Masalah**

Berdasarkan identifikasi masalah yang dikemukakan, maka dapat dirumuskan pokok permasalahan pada penelitian ini yaitu:

1. Bagaimanakah model telekoneksi yang sesuai untuk indeks IOD dan El Niño Modoki serta seberapa akuratkah model tersebut?
2. Bagaimanakah perilaku model dan pengaruh telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki terhadap anomali curah hujan di Semarang, Surabaya, dan Cilacap?
3. Bagaimanakah hasil prediksi indeks telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki untuk beberapa bulan ke depan?

#### **E. Tujuan Penelitian**

Sesuai dengan rumusan masalah yang telah dikemukakan sebelumnya, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan model telekoneksi yang sesuai antara IOD dan El Niño Modoki serta menguji keakuratan model untuk prediksi ke depan.
2. Menganalisis perilaku model dan pengaruh telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki terhadap anomali curah hujan di Semarang, Surabaya, dan Cilacap.

3. Memprediksikan indeks hasil telekoneksi IOD dan El Niño Modoki untuk beberapa bulan ke depan.

#### **F. Manfaat Penelitian**

Ada beberapa hal yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu:

1. Menjadi rujukan PSTA LAPAN yang saat ini sedang mengembangkan DSS (*Decision Supporting System*) yakni dari segi menajamkan mekanisme bersatunya IOD dan El Niño Modoki.
2. Dapat digunakan oleh pihak kementerian pertanian atau Balai pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) untuk penentuan kalender tanam sehingga dapat memudahkan para petani untuk menentukan awal musim tanam.

## **BAB II**

### **KAJIAN PUSTAKA**

#### **A. Kajian Teori**

##### **1. Curah Hujan di Indonesia**

Hujan merupakan salah satu unsur iklim yang paling sering dikaji di Indonesia karena memiliki tingkat keragaman yang sangat tinggi baik secara temporal (waktu) maupun secara spasial (keruangan). Keadaan ini disebabkan oleh posisi Indonesia yang dilewati oleh garis khatulistiwa dan keberadaannya di antara dua benua dan dua samudera. Keadaan Indonesia yang memiliki banyak pulau besar dan kecil dengan topografi yang beragam juga dapat mengakibatkan tingginya keragaman hujan di Indonesia. Karena memiliki tingkat keragaman yang tinggi, kondisi data curah hujan di Indonesia memerlukan observasi yang panjang dengan perwakilan sebaran data yang memadai (As-Syakur, 2010).

Hujan adalah bentuk endapan yang sering dijumpai, dan di Indonesia yang dimaksud dengan endapan adalah curah hujan. Endapan atau presipitasi itu sendiri didefinisikan sebagai bentuk air cair dan padat (es) yang jatuh ke permukaan bumi. Jumlah curah hujan dicatat dalam inci atau milimeter (1 inci = 25,4 mm). Jumlah curah hujan 1 mm menunjukkan tinggi air hujan yang menutupi permukaan 1 mm, jika air tersebut tidak meresap ke dalam tanah atau menguap ke atmosfer (Handoko, 1993). Kategori curah hujan bulanan di Indonesia ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kategori Curah Hujan Bulanan (Nurwahidah, 2017)

<b>Kategori Curah Hujan</b>	<b>Intensitas (mm/bulan)</b>
Hujan rendah	0 – 100
Hujan menengah	101 – 300
Hujan tinggi	301 – 400
Hujan sangat tinggi	>400

Berdasarkan Gambar 1, pola curah hujan di Indonesia memiliki tiga pola (Aldrian & Susanto, 2003) yaitu:

a. Pola Monsunal

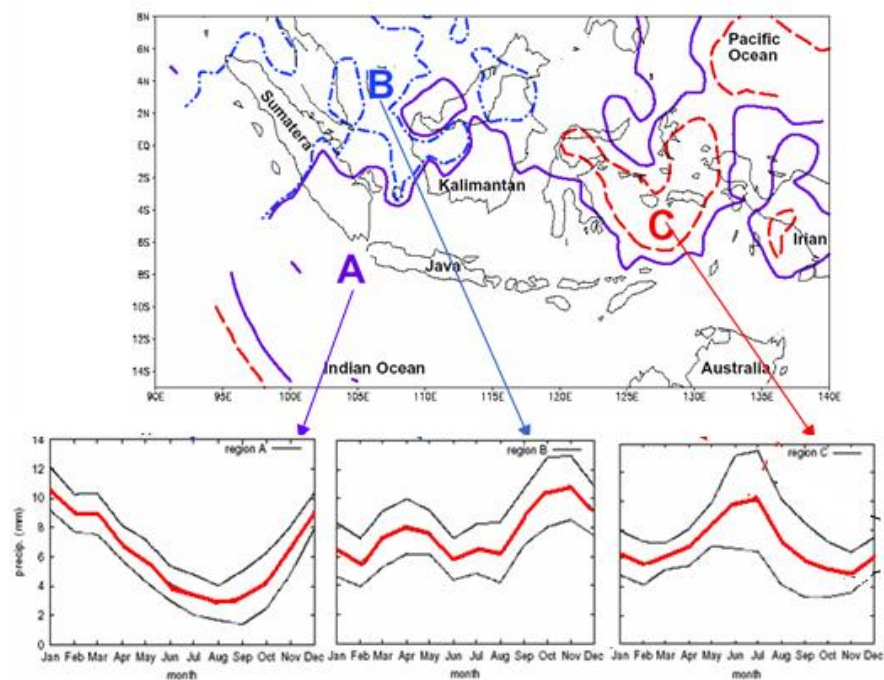
Tipe hujan monsunial adalah tipe curah hujan unimodial (satu puncak musim hujan) dimana pada bulan Juni, Juli, dan Agustus terjadi musim kemarau, sedangkan untuk bulan Desember, Januari, dan Februari merupakan musim hujan. Sedangkan enam bulan sisanya merupakan periode peralihan atau pancaroba (tiga bulan peralihan musim kemarau ke musim hujan dan tiga bulan peralihan musim hujan ke musim kemarau). Daerah yang didominasi oleh pola monsunial ini berada di daerah Sumatera bagian Selatan, Kalimantan Tengah dan Selatan, Jawa, Bali, Nusa Tenggara, dan sebagian Papua.

b. Pola Ekuatorial

Tipe hujan ekuatorial adalah tipe curah hujan dengan bentuk bimodial (dua puncak hujan) yang biasanya terjadi sekitar bulan Maret dan Oktober atau pada saat terjadi ekuinoks. Daerahnya meliputi Pulau Sumatera bagian tengah dan utara serta Pulau Kalimantan bagian utara.

c. Pola lokal

Tipe hujan lokal adalah tipe curah hujan unimodial (satu puncak hujan), tetapi bentuknya berlawanan dengan tipe hujan Monsun. Daerahnya hanya meliputi daerah Maluku, Sulawesi dan sebagian Papua.



Gambar 1. Pola Curah Hujan di Indonesia (Aldrian & Susanto, 2003)

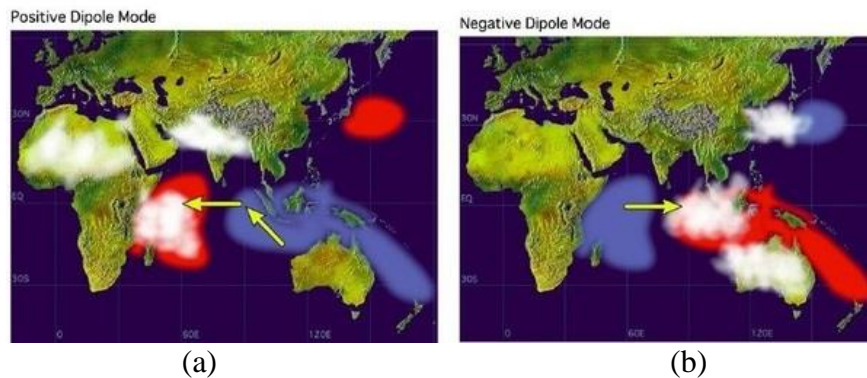
## 2. *Indian Ocean Dipole (IOD)*

Suhu permukaan laut di daerah tropis sangatlah bervariasi baik dalam skala ruang dan waktu. Interaksi yang cukup kuat antara atmosfer dan lautan di wilayah Samudera Hindia menghasilkan fenomena *Indian Ocean Dipole (IOD)* yang didefinisikan sebagai gejala ataupun tanda-tanda meningkatnya suhu permukaan laut yang tidak normal di Samudera Hindia sebelah selatan India yang diiringi dengan

menurunnya suhu permukaan laut tidak normal di perairan Indonesia, tepatnya di sekitar wilayah Barat Sumatera (Saji *et al.*, 2003).

Indikator yang digunakan untuk mengetahui kejadian IOD adalah *Dipole Mode Index* (DMI), yaitu perbedaan anomali *Sea Surface Temperature* (SST) antara Bagian Barat ( $10^{\circ}\text{LU}$ - $10^{\circ}\text{LS}$ ;  $60^{\circ}\text{BT}$ - $80^{\circ}\text{BT}$ ) dan Timur ( $0^{\circ}$ - $10^{\circ}\text{LS}$ ;  $90^{\circ}\text{BT}$ - $110^{\circ}\text{BT}$ ) dari Samudera Hindia. Kemunculan IOD sebagai fenomena hasil interaksi atmosfer dan laut di Samudera Hindia Tropis ditandai dengan anomali suhu permukaan laut pada arah zonal (Saji *et al.*, 1999). *Indian Ocean Dipole* (IOD) secara langsung maupun tidak langsung ternyata memiliki kaitan yang erat dengan Sirkulasi Walker (*Walker Circulation*) yang terjadi di sepanjang sabuk ekuator akibat adanya perbedaan tekanan antara wilayah bagian timur Samudera Hindia dekat Sumatera Bagian Barat dengan bagian barat Samudera Hindia dekat Afrika sehingga aliran udara berlangsung secara horizontal dari tekanan udara yang tinggi (wilayah dengan kumpulan massa udara dingin) menuju wilayah dengan tekanan udara rendah (wilayah dengan kumpulan massa udara hangat).

Fenomena IOD juga mempunyai pengaruh signifikan terhadap pola curah hujan yang terjadi di suatu kawasan tertentu. Variasi curah hujan wilayah Sumatera Barat diduga memiliki hubungan yang terbalik dengan curah hujan yang terjadi di sebelah timur Afrika. Hal ini berarti pada saat wilayah Sumatera Barat mengalami curah hujan di atas normal hingga beberapa kawasan mengalami banjir, maka di wilayah timur Afrika mengalami kekeringan, begitupun sebaliknya. Berdasarkan fenomena tadi, maka dikenal adanya dua macam IOD, IOD positif dan IOD negatif, seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Gambaran Kejadian IOD (a) Positif dan (b) Negatif di Samudera Hindia (Krisnanto, 2012)

IOD positif terjadi ketika wilayah pantai barat Sumatera bertekanan tinggi, sementara sebelah timur pantai benua Afrika bertekanan rendah sehingga terjadi aliran udara dari bagian barat Sumatera ke bagian timur Afrika yang mengakibatkan pembentukan awan-awan konvektif di wilayah Afrika yang menghasilkan curah hujan melebihi batas normal. Sebaliknya, di wilayah Barat Sumatera akan terjadi penurunan curah hujan yang mengakibatkan kekeringan di wilayah tersebut seperti yang terlihat pada Gambar 2a.

Sebaliknya Gambar 2b menunjukkan siklus terjadinya IOD negatif dimana wilayah barat Sumatera termasuk Sumatera Barat mengalami surplus curah hujan dan wilayah timur Afrika mengalami kekeringan. Hal ini terjadi berdasarkan keadaan tekanan udara di wilayah Afrika bagian timur yang lebih tinggi dan menyebabkan terjadinya pergerakan awan konvektif yang dibentuk di Samudera Hindia dari wilayah Afrika menuju wilayah Indonesia, yang mengakibatkan tingginya curah hujan di wilayah Indonesia khususnya Indonesia bagian barat.

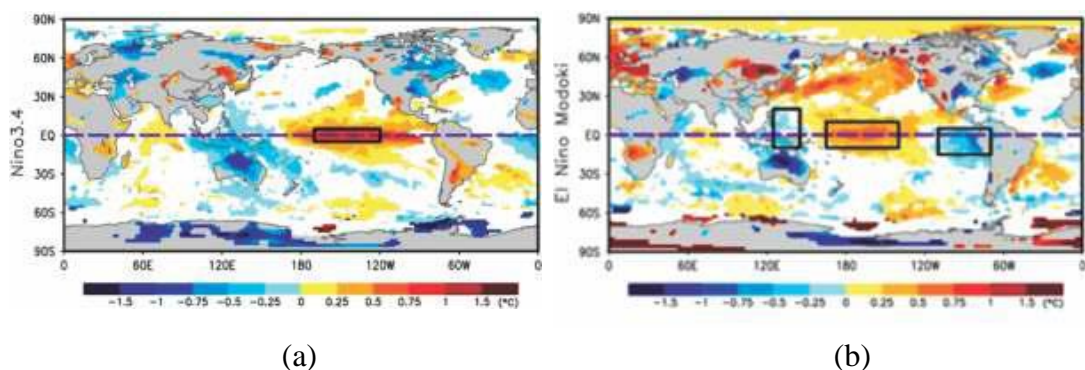
Secara umum jika terjadi IOD positif maka dampaknya terhadap curah hujan di Indonesia bagian barat akan berkurang, sebaliknya pada kejadian IOD



negatif curah hujan di Indonesia akan cukup banyak (Wirjohamidjojo dan Swarinoto, 2010).

### 3. El Niño Modoki

El Niño Modoki yang juga merupakan fenomena interaksi atmosfer dan lautan di kawasan Pasifik tropis berbeda dengan fenomena El Niño konvensional yang muncul di Pasifik tropis. El Niño konvensional ditandai dengan anomali pemanasan yang kuat di bagian timur Pasifik ekuator, sedangkan El Niño Modoki berkaitan dengan anomali pemanasan yang kuat di Pasifik tropis bagian tengah disertai dengan pendinginan di wilayah bagian timur dan baratnya. Pola pemanasan keduanya dapat dilihat pada Gambar 3.



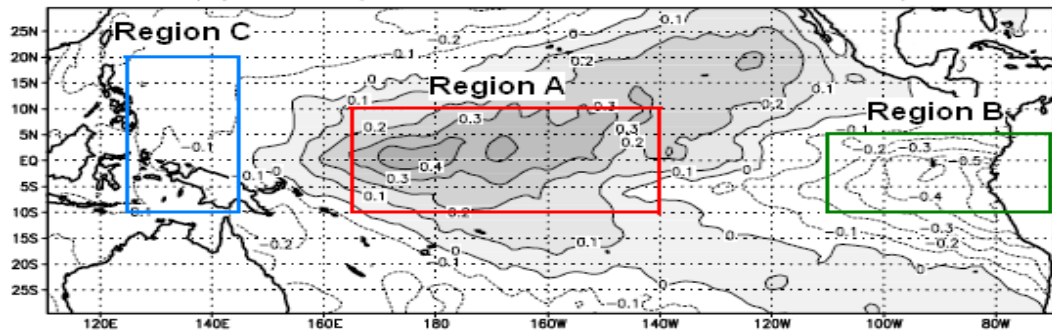
Gambar 3. Pola pemanasan (a) El Niño konvensional dan (b) El Niño Modoki di Pasifik Tropis (Weng *et al.*, 2007).

Istilah El Niño Modoki pertama kali diperkenalkan dan dipublikasikan oleh Toshio Yamagata dalam berbagai *press release* media massa Jepang terkait penjelasannya dalam hal kemungkinan penyebab kondisi iklim musim panas yang tidak normal di Jepang pada tahun 2004 (seperti dikutip dalam Japan Times pada 24 Juli 2004 di bawah judul “*Mock El Niño: culprit behind heat wave, floods*”).

Ashok *et al.* (2007) menjelaskan bahwa kata Modoki berasal dari bahasa Jepang klasik yang berarti “serupa tapi tidak sama” (*similar but different thing*), mengacu kepada fenomena yang menyerupai El Niño namun jelas berbeda secara spasial dan temporal serta bersifat independen dari fenomena El Niño konvensional itu sendiri.

Akibat fenomena yang seintas terlihat seperti El Niño di Pasifik bagian tengah pada tahun 2004, tercatat bahwa terjadi gelombang panas dan banjir di berbagai belahan wilayah Jepang. Yamagata (2004) mengatakan bahwa peningkatan anomali suhu muka laut di wilayah ini mampu mengaktifkan arus konveksi dan memicu terbentuknya tekanan yang lebih tinggi di Pasifik tengah. Di Jepang berakibat musim panas yang lebih hangat dari kondisi musim panas normalnya, sedangkan untuk dampak di Indonesia masih belum dikaji secara mendalam.

Ashok *et al.* (2007) mengklasifikasikan kejadian 2004 dan kejadian lain yang serupa sebagai suatu entitas yang berbeda dengan El Niño konvensional, sehingga menghasilkan pola telekoneksi yang juga berbeda. Pola unik ini semakin sering terjadi sejak akhir tahun 1970-an hingga sekarang. Tercatat beberapa kejadian unik El Niño Modoki sepanjang 1979-2004, yaitu pada 1986, 1990, 1991, 1992, 1994, 2002, dan 2004. Anomali suhu muka laut positif yang berlangsung lama dari tahun 1990-1994 disebut sebagai El Niño Modoki yang berlarut-larut. Yeh *et al.* (2009) menyatakan kejadian El Niño Modoki akan lebih sering ditemukan jika pemanasan global terus meningkat.

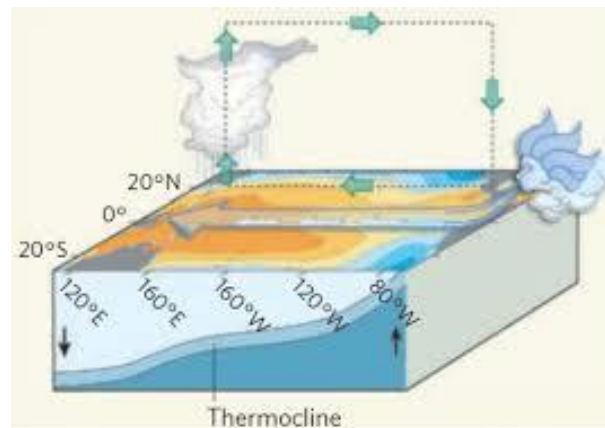


Gambar 4. Wilayah Perhitungan El Niño Modoki Indeks (Ashok *et al.* 2007).

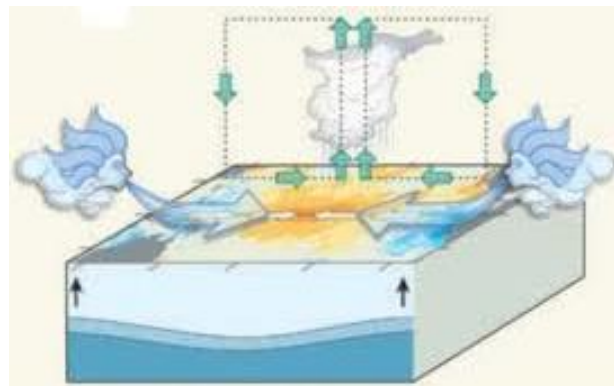
El Niño Modoki didefinisikan oleh Ashok *et al.* (2007) melalui suatu persamaan matematis sebagai berikut:

$$EMI = [SSTA]_{\text{Central}} - (0,5[SSTA]_{\text{East}} + 0,5[SSTA]_{\text{West}}) \quad (1)$$

dimana  $[SSTA]_{\text{Central}}$  meliputi wilayah dengan batasan koordinat 165°E–140°W dan 10°S–10°N,  $[SSTA]_{\text{East}}$  meliputi wilayah dengan batasan koordinat 110°W–70°W dan 15°S–5°N, dan  $[SSTA]_{\text{West}}$  meliputi wilayah dengan batasan koordinat 125°E–145°E dan 10°S–20°N. SSTA yang merupakan singkatan dari *Sea Surface Temperature Anomalies* merupakan istilah global yang merujuk pada anomali suhu muka laut (aSML). Persamaan di atas menghasilkan suatu indeks yang dikenal sebagai El Niño Modoki Indeks (EMI). EMI menjadi tolak ukur kejadian El Niño Modoki. Gambar 4 mendeskripsikan cakupan wilayah dalam perhitungan EMI. Menurut Ashok *et al.* (2007), aSML dikategorikan termasuk ke dalam fase El Niño Modoki kuat ketika amplitudo indeksnya  $0,7\sigma$ , dengan  $\sigma$  adalah standar deviasi musiman, sehingga berdasarkan ketentuan tersebut diperoleh 0,50°C dan 0,54°C sebagai *threshold* EMI untuk musim panas (*boreal summer*) dan musim dingin (*boreal winter*).



(a)



(b)

Gambar 5. Skema (a) Kondisi Normal dan (b) El Niño Modoki  
(Ashok *et al.* 2007)

Pada mekanisme fisis El Niño Modoki dalam kondisi normal, air permukaan laut dan udara yang lebih hangat didorong ke arah barat oleh angin dominan yang bertiup. Akibatnya terjadi *upwelling* air laut yang dingin di sisi timur dan pendangkalan termoklin (lapisan pembatas di bawah permukaan laut yang menunjukkan perbedaan tajam antara air permukaan bagian bawah yang lebih dingin). Kondisi yang berlawanan terjadi di bagian barat sehingga di atmosfer sisi barat lebih hangat dan lebih basah. Berdasarkan Gambar 5a, warna jingga

menunjukkan kondisi suhu muka laut yang lebih hangat, sedangkan warna biru menunjukkan suhu muka laut yang lebih dingin.

Kejadian El Niño Modoki (Gambar 5b) merupakan sejenis kondisi anomali yang perbedaannya sangat jelas dengan El Niño konvensional. SML yang lebih hangat terbentuk di Pasifik bagian tengah, diapit dengan SML yang lebih dingin di sisi barat dan timurnya, sehingga pola khusus konveksi atmosfer yang terjadi adalah tekanan udara di sisi timur dan barat lebih tinggi akibat udaranya yang lebih dingin membuat angin yang bertiup berasal dari kedua sisi tersebut menuju ke bagian tengah Pasifik tropis ekuator. Angin tersebut mengakibatkan awan-awan konvektif yang bersumber dari sisi barat dan timur berpusat di bagian tengah, sehingga wilayah Pasifik bagian tengah mengalami anomali yang tidak biasa yaitu menjadi lebih basah dan kedua sisi yang mengapitnya lebih kering akibat penarikan awan-awan konvektif.

#### **4. Metode Analisis Spektral**

Data deret waktu adalah data yang merupakan fungsi atas waktu dan antar pengamatannya terdapat suatu hubungan yang disebut dengan istilah *ber-autokorelasi*, sehingga untuk menyajikan bentuk hubungan fungsional antara data dengan waktunya tidak bisa menggunakan metode analisis regresi biasa. Mulyana (2004) menyatakan bahwa salah satu metode dalam analisis temporal data deret waktu yang jarang dibahas padahal peranannya sangat besar dalam melengkapi informasi mengenai ciri (*characters*) suatu data deret waktu adalah analisis spektral. Analisis spektral membahas mengenai cara menelaah periodisitas data

tersembunyi (*hidden periodicities*) yang sulit diperoleh pada saat kajian dilakukan pada kawasan (*domain*) waktu. Kajian periodisitas data perlu dilakukan untuk menambah informasi mengenai karakteristik dari data deret waktu tersebut, dan harus dilakukan pada kawasan frekuensi melalui analisis spektral (Mulyana, 2004).

Salah satu metode analisis spektral yang umum digunakan adalah FFT (*Fast Fourier Transform*). Data deret waktu dapat dinyatakan sebagai deret Fourier yang merupakan fungsi harmonis, sehingga dengan membangun fungsi spektrum kuasanya maka periodisitas data dapat ditentukan. Tetapi menentukannya tidak dapat dalam domain waktu, dan harus dalam domain frekuensi sebab fungsi spektrum kuasa merupakan fungsi atas autokorelasi dengan frekuensi. Jika dilakukan pendugaan terhadap fungsi spektrum kuasa, dan nilai-nilai dugaannya dipetakan terhadap frekuensinya, maka akan diperoleh sebuah garis spektrum. Periodisitas data ditentukan dengan melihat frekuensi yang berpasangan dengan titik-titik puncak garis spektrumnya (Mulyana, 2004).

Definisi deret Fourier adalah sebagai berikut (Hermawan, 2003):

$$f(t) = a_0 + \sum_{n=1}^{\infty} \left( a_n \cos \frac{2n\pi t}{T} + b_n \sin \frac{2n\pi t}{T} \right) \quad (2)$$

dimana:

$$a_0 = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) dt \quad (3)$$

$$a_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \cos \frac{2n\pi t}{T} dt \quad (4)$$

$$b_n = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} f(t) \sin \frac{2n\pi t}{T} dt \quad (5)$$

Transformasi Fourier (transformasi Fourier kompleks atau spektrum Fourier) dari suatu fungsi  $f(t)$  adalah  $F(\omega)$ :

$$F(\omega) = \int_{-\infty}^{\infty} f(t) e^{-i\omega t} dt \quad (6)$$

Persamaan ini merupakan analisis Fourier dari  $f(t)$ . Langkah berikutnya adalah melakukan *invers* transformasi Fourier sebagai berikut:

$$f(t) = \int_{-\infty}^{\infty} F(\omega) e^{i\omega t} d\omega \quad (7)$$

Persamaan di atas merupakan sintesis Fourier dari  $f(t)$ , yaitu sintesis dari berbagai komponen spektral  $F(\omega)$  yang disebut pasangan Fourier. Dualisme pasangan fungsi tersebut dinyatakan dengan  $f(t) \leftrightarrow F(\omega)$ . Dengan menggunakan sifat ortogonalitas dari fungsi trigonometri, faktor  $e^{-i\omega t}$  berfungsi sebagai sebuah operator, yang hanya mempunyai komponen berfrekuensi  $\omega$  dari  $f(t)$ .  $F(\omega)$  adalah rata-rata dari komponen  $f(t)$  tersebut yang mempunyai frekuensi  $\omega$ . Apabila  $F(\omega)$  berada dalam satuan interval frekuensi, kuantitas  $F(\omega)$  disebut sebagai kerapatan spektral atau *spectral density* (Hermawan, 2003).

Analisis temporal yang pada kajian ini menggunakan teknik FFT dan PSD bertujuan membandingkan karakteristik temporal yang ditunjukkan melalui pola periodisitas kejadian berulang. Fenomena iklim global yang dianalisis yaitu IOD dan El Niño Modoki yang masing-masing didefinisikan oleh anomali suhu muka laut IOD dan EMI.



## 5. Metode Box-Jenkins

Metode peramalan dalam klimatologi dibedakan menjadi dua kelompok, yaitu metode kausal dan *time series*. Metode kausal mengasumsikan adanya hubungan sebab akibat antara masukan dan keluaran sistem, sedangkan metode *time series* (Box-Jenkins) memperlakukan sistem seperti suatu kotak hitam tanpa berusaha mengetahui sistem tersebut. Sistem dianggap sebagai suatu pembangkit proses karena tujuan utama dari metode ini adalah ingin menduga apa yang akan datang, bukan mengetahui mengapa hal itu terjadi (Bey, 1987).

Pengertian *time series* di sini adalah deret atau urutan observasi atau pengamatan, dan biasanya urutan ini berdasarkan waktu (Wei, 2006). Pendekatan *time series* dapat menggunakan metode analisis fungsi autokorelasi dan fungsi autokorelasi parsial untuk mempelajari perubahan data runtun waktu. Untuk model parametrik seringkali dikenal dengan analisis ARIMA (Storch dan Zwier, 1999).

*Autoregressive Integrated Moving Average* (ARIMA) adalah model yang secara penuh mengabaikan variabel independen dalam membuat peramalan. ARIMA sangat baik digunakan untuk peramalan jangka pendek, sedangkan untuk peramalan jangka panjang ketepatan peramalannya kurang baik yang biasanya cenderung mendatar atau *flat*. Untuk menghasilkan peramalan jangka pendek yang akurat, ARIMA menggunakan nilai masa lalu dan sekarang dari variabel dependen.

ARIMA dikatakan sebagai model yang kompleks, karena model ini merupakan gabungan antara AR dan MA, model ini juga dapat dipergunakan untuk pola *time series seasonal* (musiman) dan *nonseasonal* (tidak musiman) secara bersamaan. Metode ARIMA memiliki keunggulan dibandingkan metode lainnya,

yaitu metode Box-Jenkins yang disusun secara logis dan secara statistik akurat. Metode ini memasukkan banyak informasi dari data historis, dan metode ini menghasilkan kenaikan akurasi peramalan dan pada waktu yang sama menjaga jumlah parameter seminimal mungkin (Jarret, 1991).

Metode ini menggunakan pendekatan iteratif yang mengindikasikan kemungkinan model yang bermanfaat. Model terpilih kemudian dicek kembali dengan data historis apakah telah mendeskripsikan data tersebut dengan tepat. Model terbaik akan diperoleh apabila residual antara model peramalan dan data historis memiliki nilai yang kecil, distribusinya *random*, dan independen. Analisis deret waktu seperti pendekatan Box-Jenkins mendasarkan analisis pada data deret waktu yang stasioner.

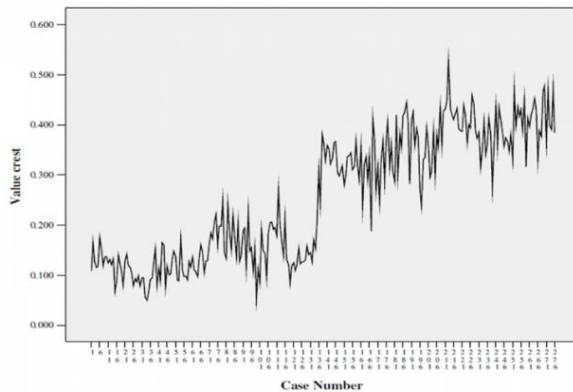
#### **a. Stasioneritas**

Dasar peramalan metode Box-Jenkins yaitu pada model regresi deret waktu stasioner tanpa komponen musiman. Stasioneritas data diartikan sebagai data yang memiliki konsistensi dalam hal rata-rata dan varian sepanjang waktu. Kestasioneran data merupakan kondisi yang diperlukan dalam analisis regresi deret waktu karena dapat memperkecil kekeliruan model.

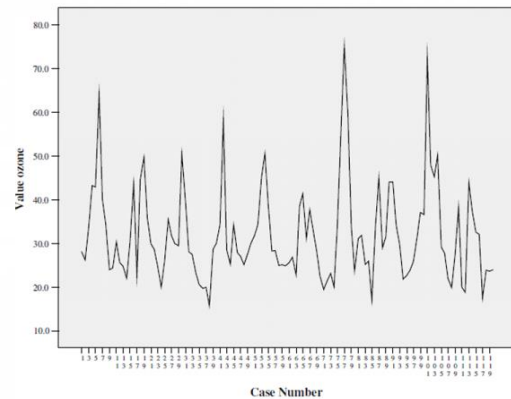
Ketidakstasioneran diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu:

- 1) Tidak stasioner dalam rata-rata hitung, jika kecenderungan data tidak datar (tidak sejajar sumbu waktu) dan data tersebar.
- 2) Tidak stasioner dalam varians, jika kecenderungan data datar atau hampir datar tapi data tersebar membentuk pola menyebar atau menyempit yang membentuk pola terompet.
- 3) Tidak stasioner dalam rata-rata hitung dan varians, jika kecenderungan data tidak datar dan membentuk pola terompet.

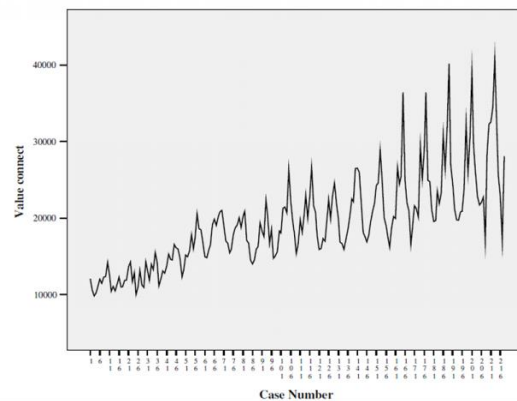
Terdapat dua tahap untuk menelaah ketidakstasioneran data secara visual, pertama plot runtun waktunya, dan jika belum mendapatkan kejelasan. kemudian gambar ACF dengan PACF. Gambar 6 menyajikan kasus plot data tidak stasioner. Untuk menelaah ketidakstasioneran data secara visual juga dapat melalui gambar ACF dan PACF. Pada gambar ACF yang datanya tidak stasioner maka gambarnya akan membentuk pola (Mulyana, 2004). Pola menurun jika data tidak stasioner dalam rata-rata hitung. Pola *alternating* (bergantian) jika data tidak stasioner dalam varians. Pola gelombang jika data tidak stasioner dalam rata-rata hitung dan varians.



(a)



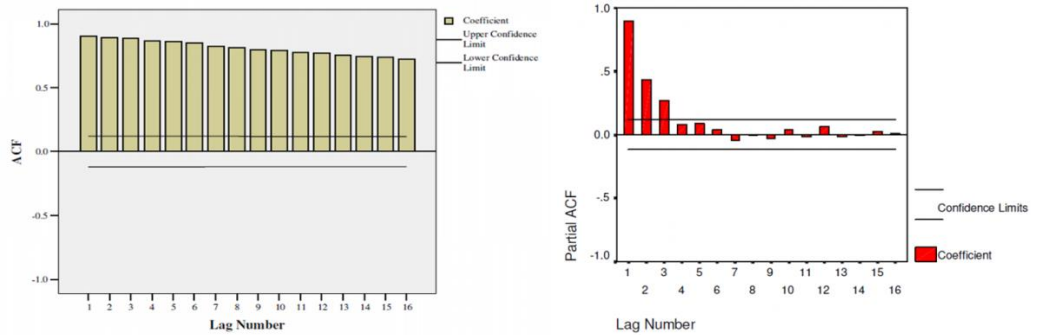
(b)



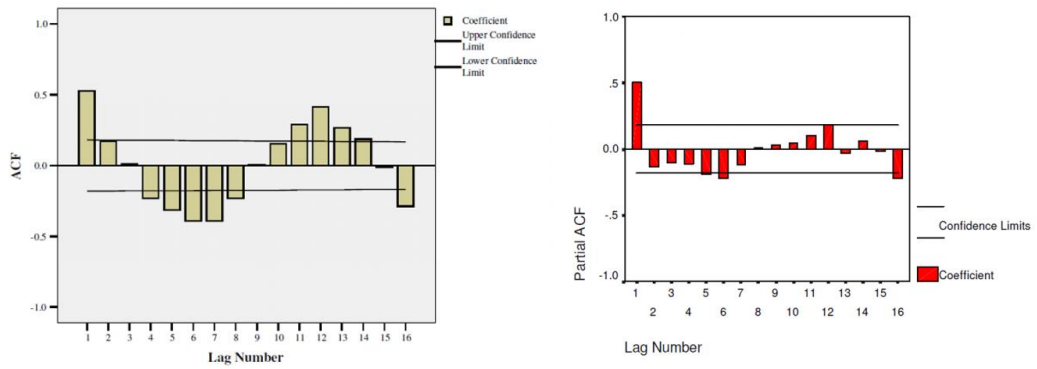
(c)

Gambar 6. Plot Data Tidak Stasioner dalam (a) Rata-rata (b) Varians (c) Rata-rata dan Varians (Mulyana, 2004).

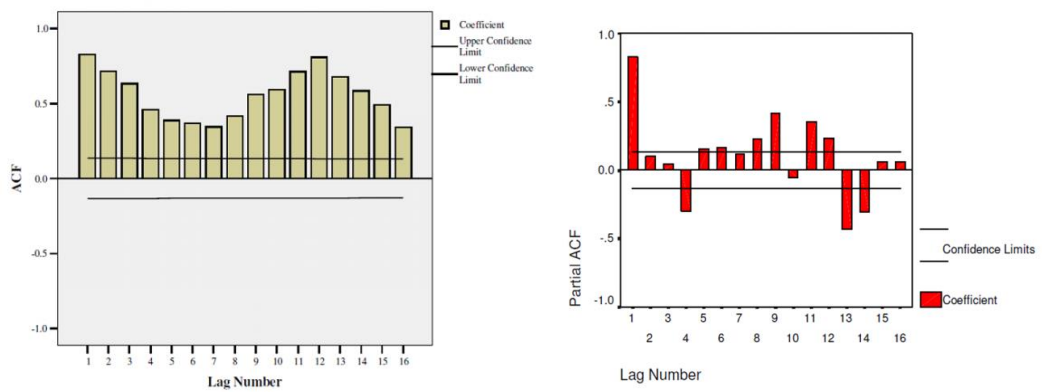
Gambar 7 menyajikan kasus data tidak stasioner dalam bentuk ACF dan PACFnya. Apabila data yang menjadi input model ARIMA tidak stasioner perlu dimodifikasi untuk menghasilkan data yang stasioner. Metode yang digunakan yaitu metode *differencing* (pembedaan). Metode ini dilakukan dengan cara mengurangi nilai data pada suatu periode dengan nilai periode sebelumnya (Krisnanto, 2012).



(a)



(b)



(c)

Gambar 7. Plot ACF dan PACF Data Tidak Stasioner dalam (a) Rata-rata (b) Varians (c) Rata-rata dan Varians (Mulyana, 2004).

## b. Fungsi Autokorelasi dan Fungsi Autokorelasi Parsial

Konsepsi autokorelasi setara dengan korelasi Pearson untuk data bivariat, yang berarti autokorelasi merupakan korelasi antara suatu deret dengan dirinya sendiri. Koefisien autokorelasi menunjukkan keeratan hubungan dengan nilai peubah yang sama dalam periode waktu yang berbeda (Makridakis *et al.*, 1999). Dalam analisis data deret waktu, untuk mendapatkan hasil yang baik banyaknya data harus cukup besar, dan autokorelasi disebut berarti jika *lag* cukup kecil dibandingkan dengan banyaknya data, sehingga bisa dianggap (Mulyana, 2004). Fungsi autokorelasi ( $r$ ) untuk *lag* atau beda waktu  $k$  yaitu (Aswi & Sukarna, 2006):

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (Z_t - \bar{Z})(Z_{t+k} - \bar{Z})}{\sum_{t=1}^n (Z_t - \bar{Z})^2} \quad (8)$$

dengan  $k = 0, 1, 2, \dots$ ;  $Z$  = data pengamatan dan  $t$  = waktu pengamatan

Seperti halnya autokorelasi yang merupakan fungsi atas *lag*nya, yang hubungannya dinamakan Fungsi Autokorelasi (ACF), autokorelasi parsial juga merupakan fungsi atas *lag*nya, dan hubungannya dinamakan Fungsi Autokorelasi Parsial (PACF). Koefisien autokorelasi parsial mengukur keeratan hubungan antara  $Z_t$  dan  $Z_{t-k}$  dengan menghilangkan pengaruh dari  $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k+1}$ . Gambar dari ACF dan PACF dinamakan korelogram (*correlogram*) dan dapat digunakan untuk menelaah signifikansi autokorelasi dan kestasioneran data. Fungsi autokorelasi parsial pada *lag* ke- $k$  dinotasikan oleh (Aswi & Sukarna, 2006):

$$\phi_{kk} = \text{Corr}(Z_t, Z_{t-k} \mid Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k+1}) \quad (9)$$

$\phi_{kk}$  adalah koefisien dalam distribusi bivariat  $Z_t, Z_{t-k}$  yang bergantung kepada  $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k+1}$ . Dengan kata lain, menentukan korelasi antara dua peubah  $Z_t, Z_{t-k}$

dengan mengontrol peubah lainnya ( $Z_{t-1}, Z_{t-2}, \dots, Z_{t-k+1}$ ). Secara umum bentuk fungsi autokorelasi adalah (Aswi dan Sukarna, 2006):

$$\rho_j = \phi_{k1} \rho_{j-1} + \phi_{k2} \rho_{j-2} + \dots + \phi_{kk} \rho_{j-k} \quad (10)$$

dengan  $j = 1, 2, \dots, k$  atau dapat ditulis

$$\begin{pmatrix} 1 & \rho_1 & \dots & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \dots & \rho_{k-2} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \dots & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \phi_{k1} \\ \phi_{k2} \\ \vdots \\ \phi_{kk} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \rho_1 \\ \rho_2 \\ \vdots \\ \rho_k \end{pmatrix} \quad (11)$$

Fungsi autokorelasi digunakan untuk menentukan apakah secara statistik nilainya berbeda signifikan dari nol atau tidak. Untuk itu perlu dihitung simpangan bakunya dengan rumus (Aswi & Sukarna, 2006):

$$S_{\sigma rk} = \frac{1}{\sqrt{n}} \quad (12)$$

dengan  $n$  = banyaknya data

Nilai ordo dari proses *autoregressive* dan *moving average* dapat diduga secara visual dari plot ACF dan PACF dari data. Plot tersebut menampilkan distribusi koefisien autokorelasi dan koefisien parsial (Cryer dalam Evana, 2009).

Jika gambar ACF membentuk sebuah histogram yang menurun (pola eksponensial), maka autokorelasi signifikan atau data berautokorelasi, dan jika diikuti oleh gambar PACF yang histogramnya langsung terpotong pada *lag*-2, maka data tidak stasioner dan dapat distasionerkan melalui proses diferensi.

### c. Klasifikasi Model ARIMA

Model Box-Jenkins (ARIMA) dibagi ke dalam 3 kelompok, yaitu: model *autoregressive* (AR), *moving average* (MA), dan model campuran ARMA (*Autoregressive Moving Average*) dan ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*) yang mempunyai karakteristik dari dua model pertama.

#### 1) *Autoregressive (AR) Model*

Proses autoregresif merupakan regresi yang dilakukan terhadap dirinya sendiri. Dalam model ARIMA ( $p,d,q$ ), proses autoregresif dinotasikan dengan  $p$ . Persamaan autoregresif adalah

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \phi_2 Z_{t-2} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t \quad (13)$$

dimana  $Z_t$  adalah deret waktu stasioner,  $\phi_p$  adalah koefisien model autoregresif,  $Z_{t-p}$  adalah nilai masa lalu yang berhubungan, dan  $a_t$  adalah residual pada waktu  $t$ .

#### 2) *Moving Average (MA) Model*

Dalam model ARIMA ( $p,d,q$ ), proses *moving average* dinotasikan dengan  $q$ . Persamaan autoregresif adalah

$$Z_t = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (14)$$

dimana  $Z_t$  adalah deret waktu stasioner,  $\theta_q$  adalah koefisien model *moving average*, dan  $a_{t-q}$  adalah residual lampau yang digunakan oleh model.

#### 3) Model Campuran

##### a. *Autoregressive-Moving Average (ARMA)*

Model ARMA merupakan gabungan dari model *autoregressive* dan *moving average*. Asumsi yang diterapkan adalah ketika deret waktu merupakan campuran



dari fungsi *autoregressive* dan *moving average*, maka persamaan model ARMA  $(p,q)$  menjadi

$$Z_t = \phi_1 Z_{t-1} + \dots + \phi_p Z_{t-p} + a_t - \theta_1 a_{t-1} - \dots - \theta_q a_{t-q} \quad (15)$$

dimana  $Z_t$  dan  $a_t$  sama seperti sebelumnya,  $Z_t$  adalah konstanta,  $\phi$  dan  $\theta$  adalah koefisien model.  $Z_t$  disebut proses campuran *autoregressive moving average* orde  $p$  dan  $q$ .

b. *Autoregressive – Integrated - Moving Average* (ARIMA)

Apabila nonstasioneritas ditambahkan pada campuran proses ARMA, maka model umum ARIMA  $(p,d,q)$  terpenuhi. Secara umum persamaan untuk model ARIMA  $(1,1,1)$  adalah:

$$Z_t = (1 + \phi_1) Z_{t-1} + (-\phi_1) Z_{t-2} + a_t - \theta_1 a_{t-1} \quad (16)$$

Nilai ordo dari proses *autoregressive* dan *moving average* diduga secara visual dari plot ACF dan PACF. Plot tersebut menampilkan distribusi koefisien autokorelasi dan koefisien autokorelasi parsial. Arti dari ARIMA  $(p,d,q)$  sendiri adalah model tersebut menggunakan  $p$  nilai *lag* dependen,  $d$  tingkat proses pembedaan, dan  $q$  *lag* residual.

**d. Keterandalan Peramalan**

Untuk mengukur keterandalan dari suatu hasil peramalan digunakan perhitungan *Mean Square Error* (MSE) dan *Sum Square Error* (SSE). *Mean Square Error* (MSE) adalah suatu kriteria pemilihan model terbaik berdasarkan pada hasil sisa peramalannya. Kriteria MSE dirumuskan sebagai berikut (Aswi dan Sukarna, 2006):

$$MSE = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^N \hat{a}_t^2 \quad (17)$$

dengan  $\hat{a}$  adalah taksiran sisa pada peramalan,  $\hat{a}_t$  adalah  $(Z_t - \hat{Z})$ ,  $Z_t$  adalah data aktual ke- $t$ ,  $\hat{Z}$  adalah data hasil peramalan ke- $t$ , dan  $N$  adalah banyaknya data. Semakin kecil nilai MSE berarti nilai taksiran semakin mendekati nilai sebenarnya, atau model yang dipilih merupakan model terbaik (Aswi & Sukarna, 2006). *Sum Squar Error* (SSE) mengukur jumlah kuadrat dari hasil selisih nilai peramalan dengan nilai aktual (Aswi & Sukarna, 2006).

$$SSE = \sum_{t=1}^N (Z_t - \hat{Z})^2 \quad (18)$$

Peramalan terbaik adalah yang menghasilkan nilai SSE terkecil.

## 6. Analisis Korelasi

Koefisien korelasi ( $r$ ) merupakan indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur keeratan (kuat, lemah, atau tidak ada) hubungan antar variabel (Hasan, 2003). Analisis korelasi pada penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kuat atau lemahnya hubungan antara anomali IOD dan El Niño Modoki terhadap anomali curah hujan di wilayah kajian. Persamaan yang digunakan adalah (Rustiana, 2014):

$$r_{xy} = \frac{n \sum x_i y_i - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{\{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2\}} \sqrt{\{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2\}}} \quad (19)$$

dengan  $r_{xy}$  adalah koefisien korelasi,  $x$  adalah variabel 1,  $y$  adalah variabel 2, dan  $n$  adalah jumlah data. Nilai koefisien korelasi berkisar antara -1 sampai 1. Tanda positif mengartikan kedua variabel memiliki hubungan searah, apabila nilai

variabel ditingkatkan maka akan meningkatkan nilai variabel yang lain. Sebaliknya, tanda negatif mengartikan variabel memiliki hubungan yang berbanding lurus dengan gradien negatif, apabila nilai variabel ditingkatkan maka akan menurunkan nilai variabel yang lain.

Hubungan tersebut ditentukan oleh nilai koefisien korelasi ( $r$ ) dengan uji signifikansi pada selang kepercayaan 95%, yang merupakan suatu pembatas untuk menentukan batas minimum dan maksimum suatu estimator. Misalnya estimasi dari  $\theta$  berupa selang kepercayaan  $(1-\alpha)100\%$  dengan  $(1-\alpha)$  adalah koefisien atau taraf kepercayaan.  $\alpha$  adalah taraf nyata atau tingkat signifikansi atau taraf kesalahan. Nilai  $\alpha$  yang umum digunakan adalah 0,10; 0,05; 0,01. Dengan demikian, jika  $\alpha = 0,10$  maka akan menghasilkan 90% selang kepercayaan; jika  $\alpha = 0,05$  maka akan memiliki 95% selang kepercayaan; sedangkan  $\alpha = 0,01$  akan menghasilkan 99% selang kepercayaan (Gall, 2001).

## **B. Kerangka Berpikir**

Lokasi Indonesia yang berada pada posisi silang sangat memberikan dampak pada kompleksnya cuaca atau iklim yang terjadi di kawasan ini. Pemanasan global yang terus meningkat serta adanya interaksi yang saling menguatkan antara beberapa fenomena iklim global juga dapat menyebabkan tidak normalnya cuaca atau iklim di Indonesia. Berbagai fenomena iklim global yang terjadi merupakan salah satu wujud adanya interaksi antara lautan dan atmosfer. Seperti halnya IOD yang terjadi karena adanya interaksi antara lautan dan atmosfer di Samudera Hindia serta El Niño Modoki di Samudera Pasifik.

Namun tidak menutup kemungkinan akan terjadinya interaksi pada dua fenomena ini, baik interaksi yang saling menguatkan maupun yang saling melemahkan. Apabila interaksi yang terjadi adalah interaksi yang saling menguatkan maka efeknya akan lebih kuat terhadap curah hujan di Indonesia. Hal yang paling nyata terlihat yaitu pada perubahan awal musim serta panjang musim yang semakin tidak tepat waktu dan semakin sulit untuk diprediksi.

Penelitian ini dimulai dengan mengetahui periodisitas masing-masing variabel, yaitu curah hujan, indeks IOD, dan indeks El Niño Modoki dengan menggunakan teknik PSD (*Power Spectral Density*). Kemudian dilakukan analisis deret waktu Box-Jenkins untuk mendapatkan suatu model prediksi ARIMA. Setelah model prediksi ARIMA didapat, kemudian model tersebut akan diaplikasikan ke curah hujan di wilayah kajian. Dengan hasil model prediksi ARIMA yang didapat juga akan dilakukan prediksi beberapa bulan ke depan untuk fenomena telekoneksi IOD dan El Niño Modoki, yang juga akan dilengkapi dengan analisis spasial untuk melihat persebaran curah hujannya di Pulau Jawa.

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **A. Tempat dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Pusat Sains dan Teknologi Atmosfer LAPAN (Lembaga Antariksa dan Penerbangan Nasional) Bandung. Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2018 sampai Juli 2018.

##### **B. Objek Penelitian**

Objek penelitian ini yaitu:

1. Data fenomena iklim global *Dipole Mode Index* (DMI) bulanan periode Januari 1981 – November 2017 yang dapat diperoleh dari *website*: (<http://www.jamstec.go.jp/frsgc/research/d1/iod/DATA/dmi.monthly.txt>).
2. Data fenomena iklim global *El Niño Modoki Index* (EMI) bulanan periode Januari 1981 - November 2017 yang dapat diperoleh dari *website*: (<http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/iod/DATA/emi.monthly.txt>).
3. Data observasi curah hujan bulanan (mm/bulan) dari 3 stasiun di Pulau Jawa, yaitu Stasiun Meteorologi Ahmad Yani Semarang, Stasiun Meteorologi Perak 1 Surabaya, dan Stasiun Meteorologi Cilacap periode Januari 1981 - November 2017 yang bersumber dari Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika (BMKG).
4. Data satelit untuk curah hujan bulanan (mm/bulan) dari *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station data* (CHIRPS) untuk wilayah

Semarang, Surabaya, dan Cilacap periode Januari 1981 - November 2017 yang dapat diperoleh dari *website*:  
(<https://iridl.ldeo.columbia.edu/SOURCES/.UCSB/.CHIRPS/>).

### C. Instrumen Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah perangkat keras dan perangkat lunak. Perangkat lunak berhubungan dengan program komputer yang akan digunakan untuk proses pengolahan data. Perangkat lunak yang digunakan adalah:

1. Microsoft Office 2013

*Software* ini digunakan untuk mengolah data curah hujan dan data iklim global, membuat *time series*, serta menganalisis hasil dari model ARIMA.

2. MATLAB versi R2015b

*Software* ini digunakan untuk analisis spektral menggunakan teknik PSD (*Power Spectral Density*) terhadap data curah hujan dan data iklim global.

3. Minitab versi 16

*Software* ini digunakan untuk analisis deret waktu, yaitu membuat model prediksi data telekoneksi dan membuat analisis korelasi data curah hujan dan data iklim global.

4. GrADS versi 2.0

*Software* ini digunakan untuk analisis spasial, yaitu untuk melihat persebaran curah hujan di wilayah kajian.

#### **D. Teknik Pengambilan Data**

Proses pengambilan data yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Mengunduh data bulanan iklim global, yaitu indeks IOD dan Indeks El Niño Modoki di web [www.jamstec.go.jp](http://www.jamstec.go.jp).
2. Mengunduh data satelit curah hujan bulanan CHIRPS di 3 stasiun penelitian untuk wilayah Semarang, Surabaya, dan Cilacap melalui web <https://iridl.ldeo.columbia.edu>.
3. Mengolah curah hujan koreksi tiap wilayah dengan cara menghitung persamaan regresi antara data observasi curah hujan dengan data satelit curah hujan (CHIRPS).
4. Membuat indeks baru, yaitu indeks telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki dengan cara menjumlahkan kedua indeks tersebut.
5. Membuat *time series* masing-masing variabel, yaitu curah hujan tiap wilayah, indeks IOD dan indeks El Niño Modoki dengan menggunakan *software* Microsoft Excel.
6. Mencari periodisitas masing-masing variabel, yaitu curah hujan tiap wilayah, indeks IOD dan indeks El Niño Modoki dengan menggunakan teknik PSD yang diolah menggunakan *software* MATLAB.
7. Membuat model telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki dengan metode Box-Jenkins menggunakan *software* Minitab.
8. Memvalidasi model prediksi selama 11 bulan ke depan dengan menghitung korelasi antara data hasil prediksi dengan data aktual.

9. Memprediksi telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki untuk beberapa bulan ke depan menggunakan model prediksi ARIMA yang didapat.
10. Mengaplikasikan model hasil telekoneksi IOD dan El Niño Modoki ke dalam kondisi ekstrim terakhir, yaitu pada musim kemarau panjang pada tahun 2015 dan musim basah panjang tahun 2016.
11. Mengamati *time series* antara curah hujan dengan telekoneksi IOD dan El Niño Modoki untuk melihat bagaimana hubungan kejadian antara keduanya.
12. Membuat analisis spasial menggunakan software GrADS untuk melihat persebaran curah hujan masing-masing wilayah pada kondisi ekstrim.

#### **E. Teknik Analisis Data**

Teknik analisis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu:

##### **1. Analisis Spektral**

Data deret waktu merupakan data yang memiliki fungsi waktu, antar pengamatannya terdapat hubungan autokorelasi sehingga dibutuhkan analisis spektral untuk mencari periodisitas data yang tersembunyi. Cara menganalisis data deret waktu adalah menguraikan data tersebut menjadi himpunan gelombang sinus pada frekuensi yang berbeda-beda (Makridakis *et al.*, 1999). Analisis spektral yang digunakan adalah teknik *Power Spectral Density* (PSD) atau *Fast Fourier Transform* (FFT). Data deret waktu dapat dinyatakan sebagai deret Fourier yang merupakan fungsi harmonik, sehingga dengan membangun fungsi spektrum kuasanya periodisitas data dapat ditentukan.



## 2. Analisis Deret Waktu Box-Jenkins

Analisis deret waktu Box-Jenkins dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu:

### a. Identifikasi Model

Tahap awal untuk melakukan identifikasi model sementara adalah menentukan apakah data deret waktu yang akan digunakan untuk peramalan sudah stasioner atau tidak, baik dalam rata-rata maupun dalam variansi. Deret waktu dikatakan stasioner jika tidak ada perubahan kecenderungan dalam rata-rata dan variasi. Dengan kata lain, deret waktu yang stasioner relatif tidak terjadi kenaikan atau pun penurunan nilai secara tajam pada data (fluktuasi data berada pada sekitar nilai rata-rata yang konstan) (Aswi dan Sukarna, 2006). Karena model deret waktu umumnya menggunakan asumsi stasioner, diperlukan cara atau metode untuk menghilangkan ketidakstasioneran (menstasionerkan yang tidak stasioner) data sebelum melangkah lebih lanjut pada pembentukan model. Hal ini dapat dicapai melalui penggunaan metode *differencing*. *Differencing* adalah menghitung selisih nilai observasi. Nilai selisih yang diperoleh kemudian diperiksa apakah stasioner atau tidak. Jika belum stasioner maka dilakukan *differencing* lagi hingga stasioner.

### b. Penaksiran Parameter Model

Penaksiran parameter model ini dapat dilakukan dengan cara *trial and error*, yaitu menguji beberapa nilai yang berbeda dan memilih satu nilai yang meminimumkan jumlah kuadrat nilai sisa. Cara kedua yaitu dengan perbaikan secara iteratif, yaitu memilih taksiran awal dan kemudian membiarkan program komputer memperhalus taksiran tersebut.

#### c. Pengujian dan Validasi Model

Pengujian model dilakukan untuk menunjukkan model tersebut cukup memadai atau tidak. Uji kesesuaian model meliputi uji asumsi *white noise* dan uji asumsi distribusi normal. Uji *residual white noise* dapat dilihat dari *P-Value* hasil statistik Ljung-Box. Kriteria kesimpulannya yaitu apabila  $P\text{-Value} > \alpha$  maka syarat *residual white noise* terpenuhi. Sedangkan, uji residual berdistribusi normal dapat dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov. Uji ini mensyaratkan  $P\text{-Value} > \alpha$ . Pada tahap ini juga dilakukan validasi model untuk beberapa bulan ke depan antara data hasil prediksi dengan data aktual.

#### d. Penetapan Model ARIMA

Tahap ini merupakan penyelesaian setelah ketiga tahap sebelumnya. Dalam tahap ini dapat dilakukan peramalan (*forecasting*) dari model yang didapat.

### 3. Analisis Korelasi

Koefisien korelasi ( $R$ ) merupakan indeks atau bilangan yang digunakan untuk mengukur keeratan (kuat, lemah, atau tidak ada) hubungan antar variabel (Hasan, 2003). Analisis korelasi pada penelitian ini dilakukan untuk menganalisis kuat atau lemahnya hubungan antara anomali IOD dan El Niño Modoki terhadap anomali curah hujan di wilayah kajian.

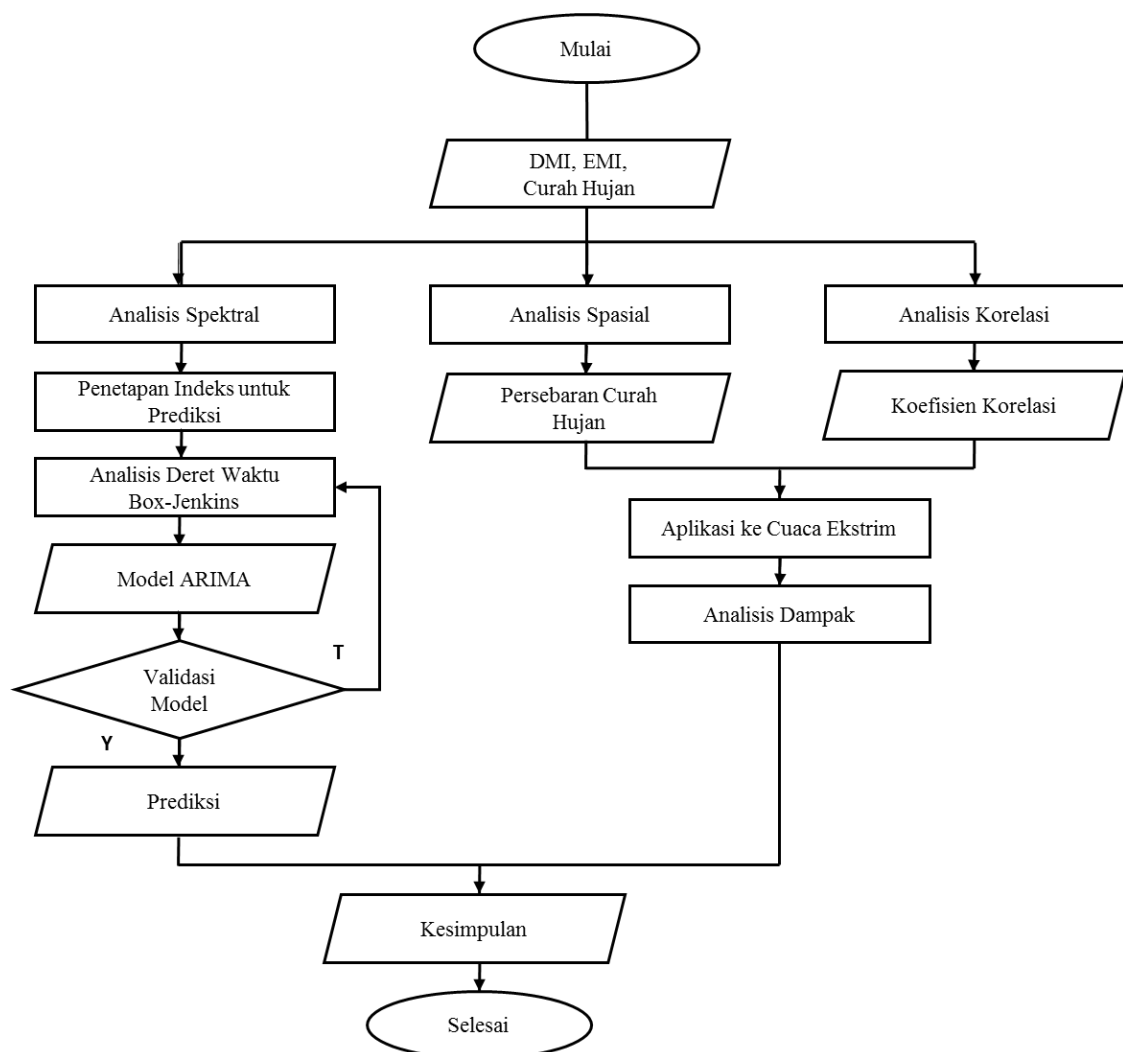
### 4. Analisis Spasial

Analisis spasial adalah suatu metode yang menjadikan peta sebagai model yang merepresentasikan dunia nyata yang diwakilinya sebagai suatu media analisis. Analisis spasial berguna untuk mendapatkan hasil-hasil analisis yang memiliki atribut keruangan (lintang-bujur) dan waktu. Dalam penelitian ini, data yang

digunakan untuk dianalisis secara spasial adalah data satelit untuk curah hujan bulanan CHIRPS yang kemudian diolah menggunakan *software* GrADS. Tujuan analisis spasial ini yaitu untuk melihat bagaimana persebaran curah hujan dalam waktu dan tempat yang ditentukan.

#### F. Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 6.



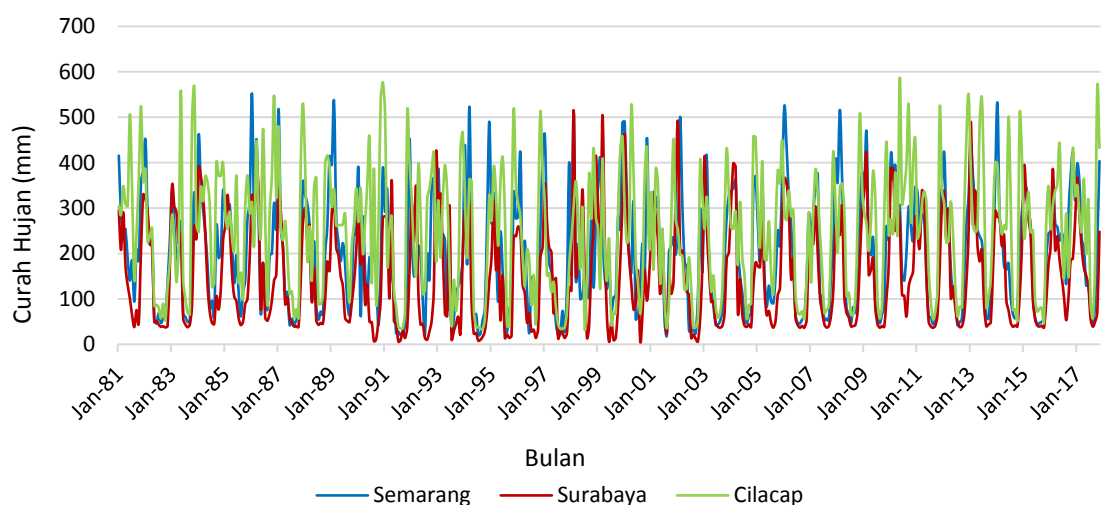
Gambar 8. Diagram Alir Penelitian

## BAB IV

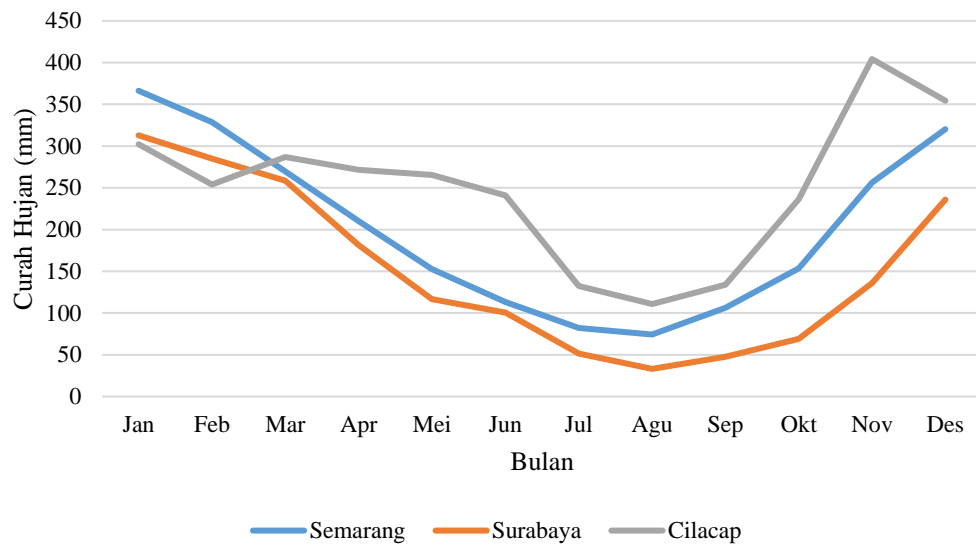
### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Analisis Curah Hujan

Secara umum, pola curah hujan di Indonesia terbagi menjadi 3 tipe: monsun, ekuatorial, dan lokal. Penelitian ini menggunakan data curah hujan wilayah Semarang, Surabaya, dan Cilacap untuk melihat pengaruh telekoneksi IOD dan El Niño Modoki terhadap kondisi curah hujan di wilayah kajian. Berdasarkan Gambar 9 dapat dilihat bahwa wilayah Semarang, Surabaya, dan Cilacap memiliki tipe hujan monsun yang dicirikan oleh distribusi curah hujan bulanan berbentuk huruf U atau V (Gambar 10) dengan jumlah curah hujan musiman terendah terjadi pada bulan kering (JJA) dan tertinggi pada bulan basah (DJF). Wilayah dengan pola curah hujan monsun memiliki perbedaan yang jelas antara periode musim hujan dan musim kemarau.

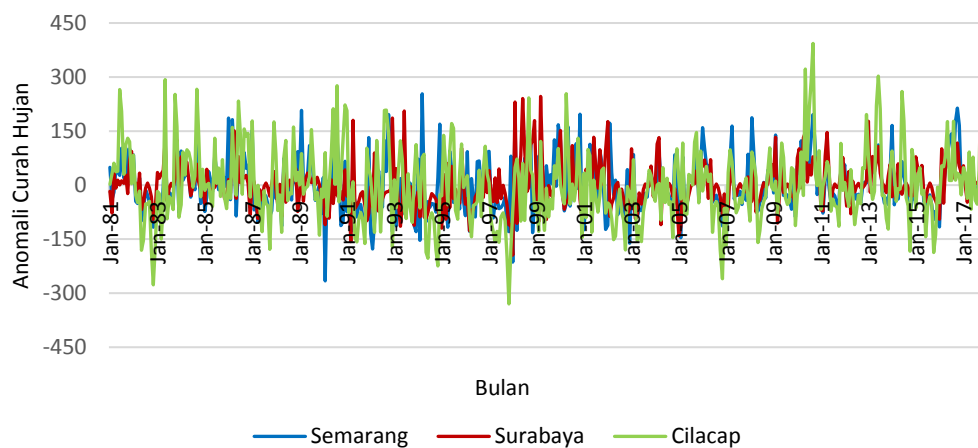


Gambar 9. *Time Series* Curah Hujan Beberapa Wilayah di Indonesia  
Periode 1981-2017



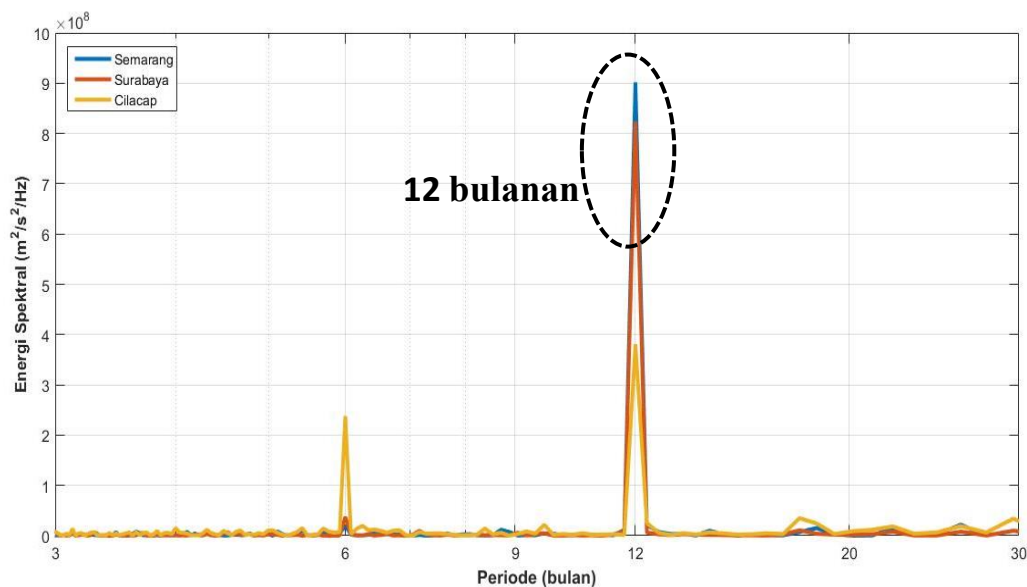
Gambar 10. Rerata Curah Hujan Bulanan Beberapa Wilayah di Indonesia Periode 1981-2017

Gambar 11 menunjukkan adanya fase positif (+) dan fase negatif (-). Fase positif (+) merupakan fase dimana dalam suatu wilayah pada suatu periode mengalami kondisi hujan atau kondisi basah, sedangkan fase (-) merupakan fase dimana dalam suatu wilayah pada suatu periode mengalami kondisi kering.



Gambar 11. *Time Series* Anomali Curah Hujan Beberapa Wilayah di Indonesia Periode 1981-2017

Berdasarkan hasil deret waktu curah hujan yang diperoleh nampak bahwa wilayah-wilayah yang memiliki hujan tipe monsun memiliki periode atau osilasi 12 bulan. Berbeda dengan wilayah hujan bertipe ekuatorial yang memiliki dua puncak maksimum dengan osilasi yang terlihat antara 6 bulan. Untuk melihat adanya osilasi yang nyata terhadap data curah hujan di wilayah Semarang, Surabaya, dan Cilacap, dapat dilakukan analisis PSD (*Power Spectral Density*) seperti yang ditunjukkan Gambar 12.



Gambar 12. *Power Spectral Density* (PSD) Curah Hujan Periode 1981-2017

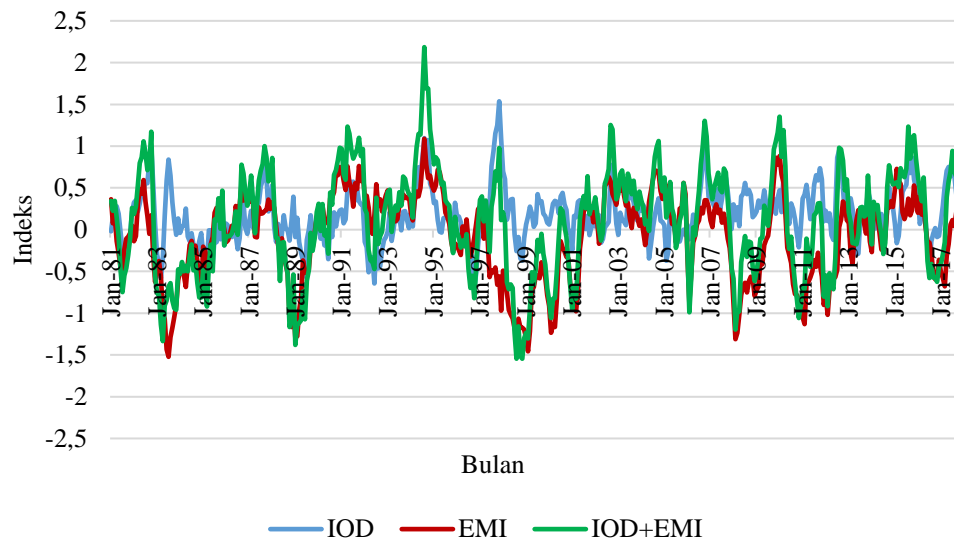
Analisis spektral pada curah hujan bertujuan untuk mengetahui periodisitas curah hujan di wilayah kajian. Gambar 12 menunjukkan periode curah hujan pada tiga wilayah yaitu, Semarang, Surabaya, dan Cilacap. Hasil analisis spektral dari curah hujan di Semarang, Surabaya, dan Cilacap menunjukkan bahwa ketiga wilayah tersebut memiliki osilasi dominan 12 bulanan atau yang lebih dikenal dengan monsun. Wilayah Semarang menunjukkan puncak yang lebih tinggi

daripada wilayah Surabaya dan Cilacap. Hal ini berarti kekuatan monsun di Semarang lebih kuat dibandingkan dengan Surabaya dan Cilacap.

## **B. Analisis IOD dan El Niño Modoki**

Telekoneksi yang terjadi antara IOD dan El Niño Modoki merupakan gabungan kekuatan dari keduanya. Gabungan kekuatan itu dimungkinkan ketika keduanya berada dalam fase yang sama. IOD dan El Niño Modoki memiliki dua fase yang sama yaitu fase positif dan fase negatif. Fase positif adalah fase ketika suhu muka laut lebih panas dari rata-ratanya. Sebaliknya pada fase negatif, suhu muka laut lebih dingin dari rata-ratanya. Ketika IOD dan El Niño Modoki memasuki fase positif atau negatif secara bersamaan maka terjadilah telekoneksi.

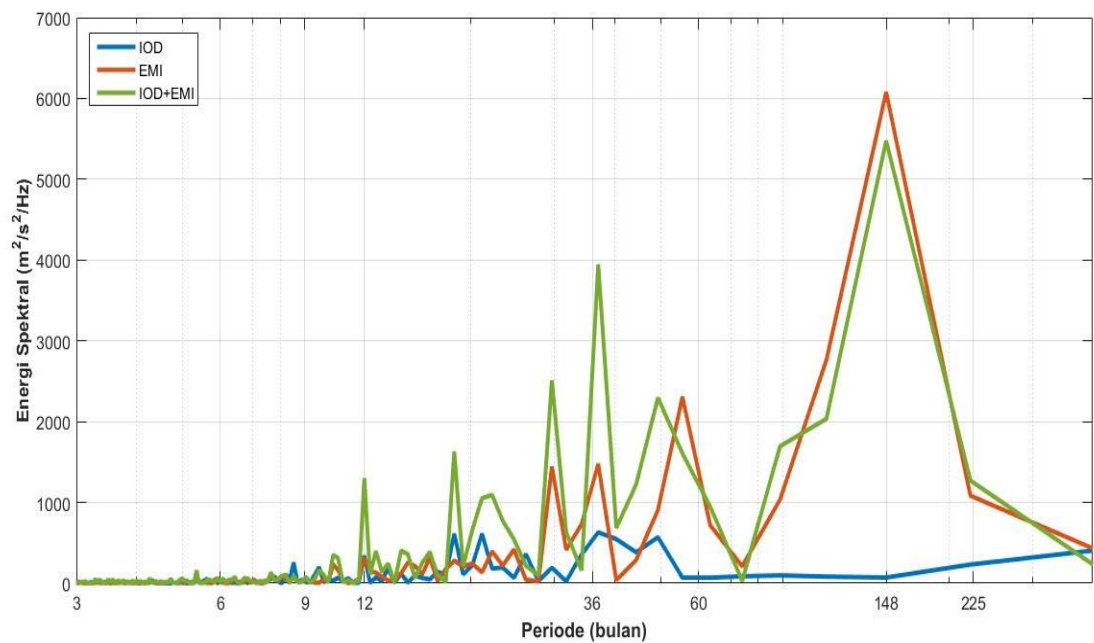
Data *time series* pada Gambar 13 menunjukkan temporal kejadian IOD, El Niño Modoki, serta hasil penjumlahan keduanya. Kejadian IOD dan El Niño Modoki pada gambar tersebut ditandai dengan nilai anomali suhu muka laut berada di atas 0,5°C. Pola IOD hampir semuanya serupa dengan El Niño Modoki, namun nilai IOD lebih tinggi dari El Niño Modoki sehingga kejadian IOD lebih mendominasi.



Gambar 13. *Time Series* IOD dan El Niño Modoki Periode 1981-2017

Analisis PSD (*Power Spectral Density*) untuk indeks IOD dan El Niño Modoki dapat dilihat pada Gambar 14. Pada gambar terlihat bahwa IOD memiliki osilasi dominan sekitar 36 bulanan atau sekitar 3 tahunan yang artinya kejadian kuat akan terjadi sekitar 3 tahun sekali, sedangkan untuk El Niño Modoki memiliki osilasi dominan sekitar 148 bulanan atau sekitar 12 tahunan sekali. Skala waktu tersebut tidak sesuai dengan kejadian nyata fenomena El Niño Modoki yang terjadi sekitar 1-7 tahunan (Rustiana, 2014). Gambar 14 juga menunjukkan bahwa osilasi dominan dari telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki ini memiliki nilai puncak maksimum sekitar 148 bulanan atau 12 tahunan. Telekoneksi yang terjadi merupakan gabungan kekuatan dari IOD dan El Niño Modoki. Gabungan kekuatan itu dimungkinkan ketika keduanya berada dalam fase yang sama. IOD dan El Niño Modoki memiliki dua fase yaitu fase positif dan fase negatif.





Gambar 14. *Power Spectral Density* (PSD) Indeks IOD dan El Niño Modoki Periode 1981-2017

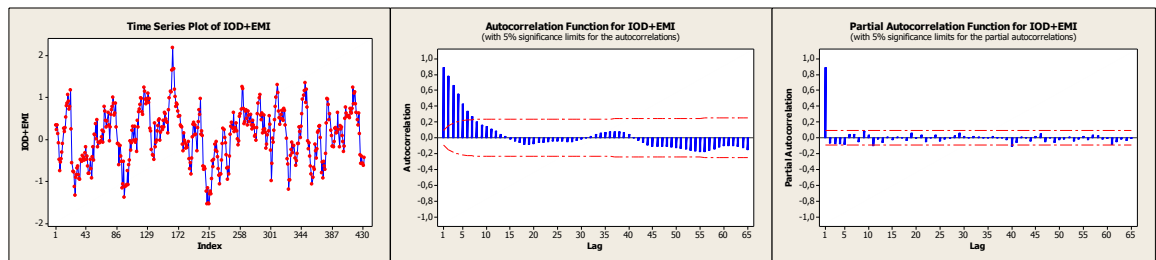
### C. Model Berbasis ARIMA

Data yang digunakan untuk membuat model prediksi telekoneksi ini yaitu data bulanan anomali SST IOD dan El Niño Modoki periode Januari 1981 – Desember 2016. Hal ini dilakukan karena peramalan data deret waktu mensyaratkan bahwa data harus bersifat stasioner (Evana, 2009). Pada penelitian ini analisis yang digunakan adalah ARIMA (*Autoregressive Integrated Moving Average*), karena melibatkan data deret waktu, sehingga diperoleh model yang menggambarkan data deret waktu tersebut.

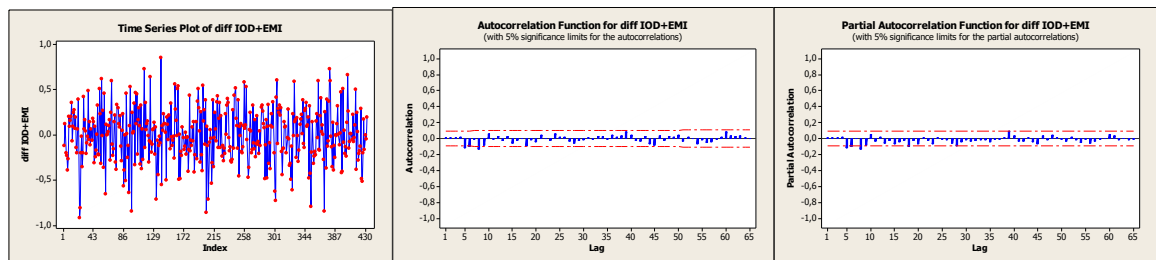
## 1. Identifikasi

Tahap awal untuk melakukan identifikasi model sementara adalah menentukan apakah data deret waktu yang akan digunakan untuk peramalan bersifat stasioner atau tidak. Peramalan pada data deret waktu mensyaratkan bahwa data harus bersifat stasioner, maka uji stasioneritas perlu dilakukan sebelum pembentukan model. Stasioneritas sangat penting dalam pembuatan model, karena data yang tidak stasioner sulit untuk diprediksi sehingga model yang dihasilkan tidak maksimal. Untuk memeriksa stasioneritas suatu data dapat dilihat melalui plot deret waktu, *Autocorrelation Function* (ACF), dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) dari data yang akan diperiksa stasioneritasnya.

Gambar 15a menunjukkan hasil pemeriksaan stasioneritas terhadap data IOD+EMI yang nampak bahwa data tidak stasioner dalam varians di mana data tersebar membangun pola melebar atau menyempit yang membentuk pola terompet. Ini merupakan analisis pertama yang dilakukan untuk menunjukkan data tidak stasioner dan diperkuat dengan *Autocorrelation Function* (ACF), yang membentuk pola *alternating* dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) yang mengalami penurunan secara drastis setelah *lag* pertama.



(a)



(b)

Gambar 15. Deret Waktu, *Autocorrelation Function* (ACF), dan *Partial Autocorrelation Function* (PACF) Parsial dari Data Anomali SST DMI+EMI Periode Januari 1981 – Desember 2016 (a) Sebelum Proses *Differencing* (b) Setelah Proses *Differencing*.

Sebelum dilakukan pemodelan, maka data IOD+EMI harus distasionerkan terlebih dahulu. Uji stasioner data dilakukan agar data tidak mengalami kenaikan atau penurunan nilai secara tajam (fluktuasi data berada pada sekitar nilai rata-rata yang konstan). Oleh karena itu, data harus diolah kembali dengan teknik *differencing* supaya menjadi data yang stasioner. Gambar 15b menunjukkan data yang sudah mengalami proses pembedaan (*differencing*) pertama. Hasil yang diperoleh pada pembedaan pertama ternyata lebih baik, terlihat dari plot data yang lebih stasioner dan perbedaan antara *lag* 1 dan *lag* 2 pada ACF dan PACF tidak terlalu jauh (signifikan) dibandingkan dengan Gambar 15a. Melalui plot data ACF dan PACF dari data asli yang dilakukan pembedaan pertama, ditentukan model sementara data IOD+EMI periode Januari 1981 – Desember 2016.

## 2. Penaksiran Parameter Model

Dari plot ACF dan PACF (Gambar 15b) diperoleh informasi bahwa ACF dan PACF IOD+EMI signifikan pada lag ke-5. Dengan demikian model sementara dari plot data IOD+EMI adalah campuran dari *autoregressive*, pembedaan pertama, dan *moving average* atau model ARIMA ( $p, 1, q$ ). Dengan nilai  $p$  dan  $q$  dipilih 1, 2, 3, 4, dan 5. Selanjutnya dilakukan estimasi terhadap *lag-lag* yang ada untuk mendapatkan model terbaik. Setelah menetapkan identifikasi model sementara, selanjutnya parameter-parameter AR dan MA harus ditetapkan.

Penaksiran parameter tersebut dilakukan dengan cara *trial and error*, melihat nilai *Mean Square Error* (MSE) dan *Sum Square Error* (SSE) pada 25 model ARIMA yang mungkin. Model terbaik dapat dilihat dari nilai MSE dan SSE yang paling kecil. Pemilihan model prediksi didasarkan atas besarnya nilai MSE dan SSE masing-masing model. Berdasarkan Tabel 2 diketahui model yang memiliki nilai MSE dan SSE terkecil dibandingkan model yang lainnya adalah model ARIMA (4,1,5), yang menggambarkan orde dari AR adalah 4 dan orde MA adalah 5 serta nilai *differencing* sebesar 1. Dengan melihat MSE dan SSE sebagai ukuran model prediksi terbaik, maka model ARIMA (4,1,5) layak dipilih sebagai model prediksi terbaik.

Tabel 2. *Mean Square Error* (MSE) dan *Sum Square Error* (SSE) untuk Model ARIMA dari data IOD+EMI Periode Januari 1981 – Desember 2016

Model ARIMA	MSE	SSE	Model ARIMA	MSE	SSE
(1,1,0)	0,0882	37,8298	(1,1,3)	-	-
(2,1,0)	0,0884	37,8250	(2,1,3)	-	-
(3,1,0)	0,0886	37,8239	(3,1,3)	-	-
(4,1,0)	0,0888	37,8158	(4,1,3)	0,0879	37,1973
(5,1,0)	0,0878	37,3209	(5,1,3)	0,0881	37,1885
(0,1,1)	0,0882	37,8299	(0,1,4)	0,0887	37,8012
(1,1,1)	0,0884	37,8281	(1,1,4)	-	-
(2,1,1)	0,0886	37,8245	(2,1,4)	-	-
(3,1,1)	0,0888	37,8237	(3,1,4)	-	-
(4,1,1)	0,0889	37,7667	(4,1,4)	-	-
(5,1,1)	-	-	(5,1,4)	0,0858	36,1154
(0,1,2)	0,0884	37,8252	(0,1,5)	0,0879	37,3380
(1,1,2)	-	-	(1,1,5)	0,0828	35,0873
(2,1,2)	0,0871	37,0993	(2,1,5)	0,0829	35,0676
(3,1,2)	0,0881	37,4474	(3,1,5)	0,0825	34,8179
(4,1,2)	0,0878	37,2166	(4,1,5)	0,0825	34,7355
(5,1,2)	0,0880	37,2451	(5,1,5)	-	-
(0,1,3)	0,0886	37,8222			

### 3. Pengujian Model

Setelah didapatkan model prediksi terbaik, selanjutnya adalah uji kesesuaian model. Pengujian model dilakukan untuk menunjukkan apakah model tersebut cukup memadai atau tidak. Uji kesesuaian model meliputi uji asumsi *white noise* dan uji asumsi distribusi normal. Uji *residual white noise* dapat dilihat dari *P-Value* hasil statistik Ljung-Box yang ditampilkan pada Minitab. Apabila menggunakan *P-Value*, kriteria kesimpulannya yaitu apabila  $P\text{-Value} > \alpha$  maka syarat *residual white noise* terpenuhi.

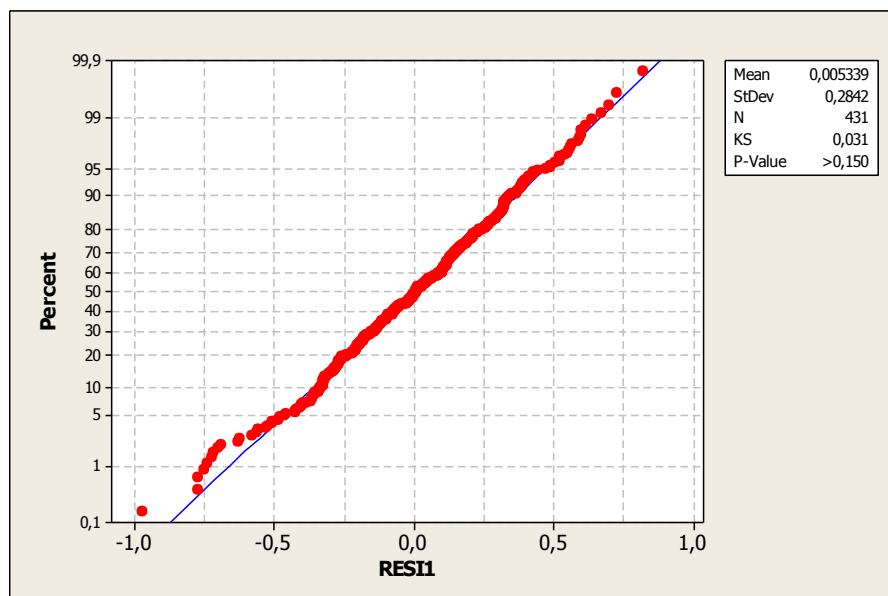
Berdasarkan Gambar 16, diperoleh  $P\text{-Value} = 0,052$  untuk lag 12,  $P\text{-Value} = 0,377$  untuk lag 24, dan seterusnya.  $P\text{-Value}$  tersebut lebih besar dari  $\alpha = 0,05$ . Hal ini berarti syarat *residual white noise* terpenuhi.

#### Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	5,9	15,0	18,3	28,1
DF	2	14	26	38
P-Value	0,052	0,377	0,864	0,879

Gambar 16. *Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square Statistic*

Selanjutnya, uji residual berdistribusi normal dapat dilakukan dengan uji Kolmogorov-Smirnov. Uji ini mensyaratkan  $P\text{-Value} > \alpha$ . Berdasarkan hasil uji Kolmogorov-Smirnov pada Gambar 17, diperoleh  $P\text{-Value} > 0,150$  yang lebih besar dari  $\alpha = 0,05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa residual memenuhi asumsi distribusi normal.



Gambar 17. Hasil Uji Residual dengan Kolmogorov-Smirnov

Karena model prediksi yang didapat nilai residualnya sudah memenuhi syarat *white noise* dan berdistribusi normal, maka model dugaan awal sudah sesuai. Secara lengkap model ARIMA (4,1,5) dapat dituliskan dalam bentuk persamaan sebagai berikut:

$$Z_t = (1 + \phi_1) Z_{t-1} + (\phi_2 - \phi_1) Z_{t-2} + (\phi_3 - \phi_2) Z_{t-3} + (\phi_4 - \phi_3) Z_{t-4} - \phi_4 Z_{t-5} + c - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \theta_3 a_{t-3} - \theta_4 a_{t-4} - \theta_5 a_{t-5} \quad (20)$$

Berdasarkan Gambar 18 maka diperoleh model prediksi ARIMA (4,1,5) untuk IOD+EMI yaitu

$$Z_t = 1,4676 Z_{t-1} - 0,7158 Z_{t-2} + 0,8934 Z_{t-3} - 0,8046 Z_{t-4} + 0,1594 Z_{t-5} + 0,0000984 - 0,5145 a_{t-1} + 0,2196 a_{t-2} - 0,7085 a_{t-3} + 0,1696 a_{t-4} - 0,1551 a_{t-5} \quad (21)$$

#### Final Estimates of Parameters

Type		Coef	SE Coef	T	P
AR	1	0,4676	0,1113	4,20	0,000
AR	2	-0,2482	0,1725	-1,44	0,151
AR	3	0,6452	0,0481	13,42	0,000
AR	4	-0,1594	0,1422	-1,12	0,263
MA	1	0,5145	0,1016	5,06	0,000
MA	2	-0,2196	0,1725	-1,27	0,204
MA	3	0,7085	0,0270	26,23	0,000
MA	4	-0,1696	0,1629	-1,04	0,298
MA	5	0,1551	0,0548	2,83	0,005
Constant		0,0000984	0,0006554	0,15	0,881

Differencing: 1 regular difference

Number of observations: Original series 432, after differencing 431

Residuals: SS = 34,7355 (backforecasts excluded)

MS = 0,0825 DF = 421

#### Modified Box-Pierce (Ljung-Box) Chi-Square statistic

Lag	12	24	36	48
Chi-Square	5,9	15,0	18,3	28,1
DF	2	14	26	38
P-Value	0,052	0,377	0,864	0,879

Gambar 18. Parameter ARIMA (4,1,5)

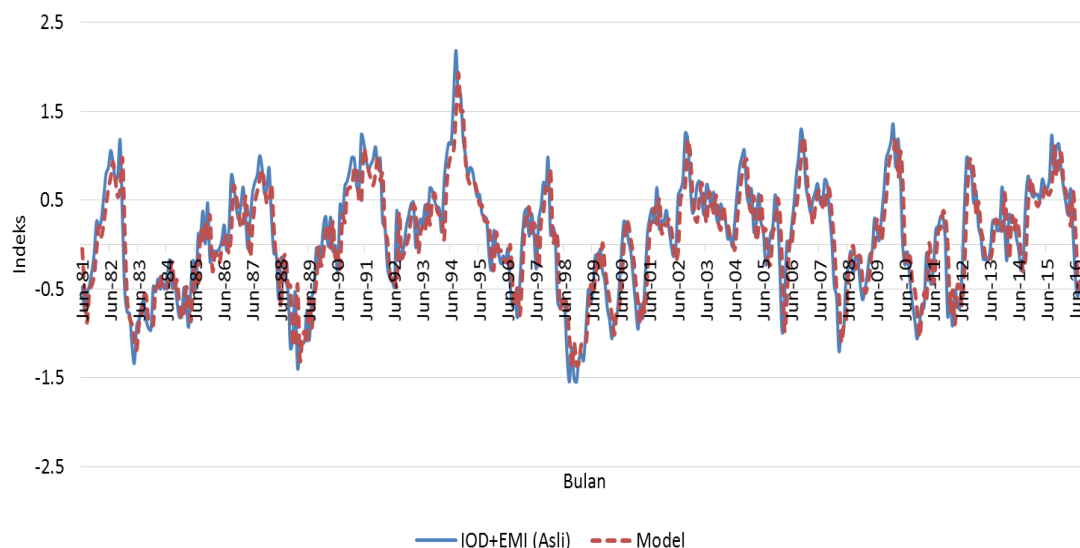
Model ARIMA (4,1,5) mempunyai arti bahwa prakiraan data IOD+EMI untuk waktu mendatang tergantung dari data IOD+EMI 4 bulan sebelumnya dan galat 5 bulan sebelumnya. Dengan menggunakan model ARIMA (4,1,5) maka diperoleh nilai prakiraan. Perbandingan data asli, nilai prakiraan, dan nilai galat terlihat pada Tabel 3. Hasil ini menunjukkan bahwa metode ARIMA dapat mengenali dengan baik pola pada data IOD+EMI dan dapat melakukan peramalan dengan nilai kesalahan yang relatif kecil.

Tabel 3. Perbandingan Data Asli, Nilai Prakiraan, dan Nilai Galat Periode Januari 1981 – Desember 2016

<b>Bulan</b>	<b>IOD+EMI</b>	<b>Model</b>	<b>Galat</b>
Jan-81	0,3445	-	-
Feb-81	0,2262	-	-
Mar-81	0,3440	-	-
Apr-81	0,1409	-	-
Mei-81	-0,0895	-	-
Jun-81	-0,4786	-0,0519	-0,4266
Jul-81	-0,7483	-0,5335	-0,2148
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
Agu-16	-0,4089	-0,5297	0,1208
Sep-16	-0,5756	-0,4103	-0,1653
Okt-16	-0,5764	-0,5287	-0,0476
Nov-16	-0,6238	-0,4389	-0,1849
Des-16	-0,4316	-0,5316	0,1000

Berdasarkan Gambar 19 dapat dilihat bahwa plot data hasil model ARIMA (4,1,5) untuk IOD+EMI dapat mengikuti data asli dengan korelasi sebesar 0,92 atau 92%. Hasil prediksi dengan model ARIMA (4,1,5) cukup baik karena menghasilkan nilai galat yang kecil.





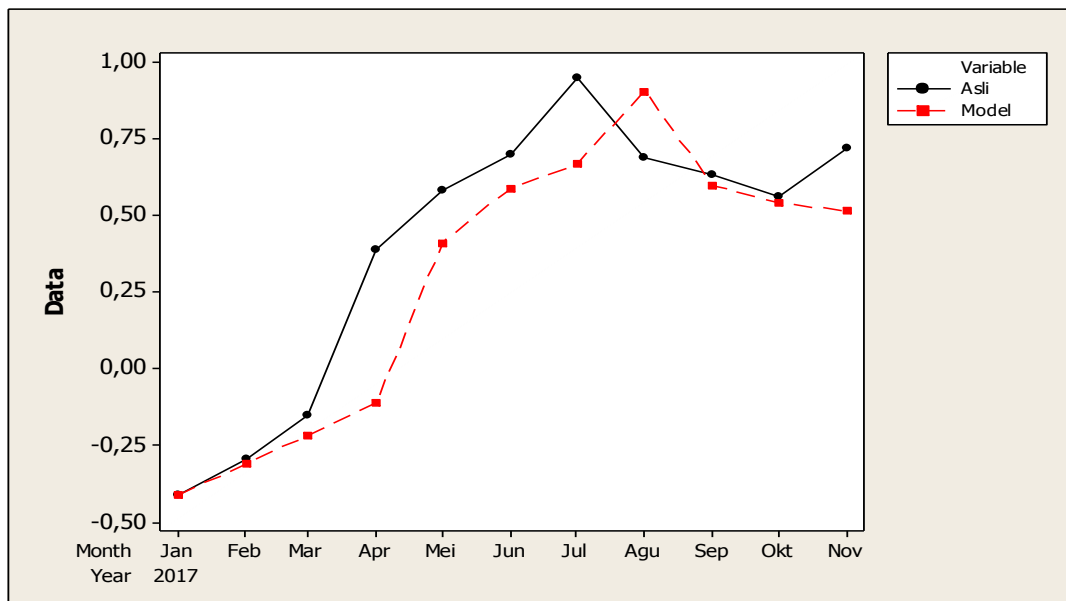
Gambar 19. Plot Data Asli IOD+EMI dengan Hasil Model ARIMA (4,1,5)  
Periode Januari 1981 – November 2017

#### 4. Peramalan

Setelah melalui tahap identifikasi, penaksiran model, dan pengujian maka diperoleh suatu model terbaik untuk memprediksi nilai IOD+EMI yaitu model ARIMA (4,1,5). Selanjutnya model ARIMA ini digunakan untuk memprakirakan nilai IOD+EMI untuk beberapa bulan berikutnya. Validasi dengan menggunakan model ARIMA (4,1,5) untuk data IOD+EMI dilakukan dari Januari 1981 sampai November 2017 yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Validasi Data IOD+EMI dengan Hasil Prakiraan Model ARIMA (4,1,5) Periode Januari 2017 – November 2017

Bulan	IOD+EMI	Model	Galat
Jan-17	-0,4125	-0,4089	-0,0036
Feb-17	-0,2950	-0,3092	0,0142
Mar-17	-0,1508	-0,2161	0,0653
Apr-17	0,3892	-0,1130	0,5022
Mei-17	0,5786	0,4085	0,1701
Jun-17	0,6979	0,5870	0,1109
Jul-17	0,9439	0,6656	0,2784
Agu-17	0,6877	0,9013	-0,2136
Sep-17	0,6302	0,5972	0,0330
Okt-17	0,5601	0,5380	0,0221
Nov-17	0,7183	0,5144	0,2039



Gambar 20. Plot Data Asli IOD+EMI dengan Hasil Uji Validasi ARIMA (4,1,5) Periode Januari 2017 – November 2017

Berdasarkan Gambar 20, dapat dilihat bahwa plot data prakiraan IOD+EMI mendekati data asli dengan korelasi sebesar 0,92 atau 92%. Pada uji validasi ini

juga dilakukan uji validasi untuk beberapa bulan ke depan dengan tujuan dapat mengetahui keakuratan model untuk berbagai macam rentang waktu prediksi.

Tabel 5. Hasil Uji Validasi Data IOD+EMI dengan Hasil Prakiraan Model ARIMA (4,1,5) Beberapa Bulan Ke depan

<b>Durasi</b>	<b>Periode</b>	<b>Korelasi</b>
3 bulan	Januari 17 – Maret 17	0,997
6 bulan	Januari 17 – Juni 17	0,923
9 bulan	Januari 17 – September 17	0,920
11 bulan	Januari 17 – November 17	0,920

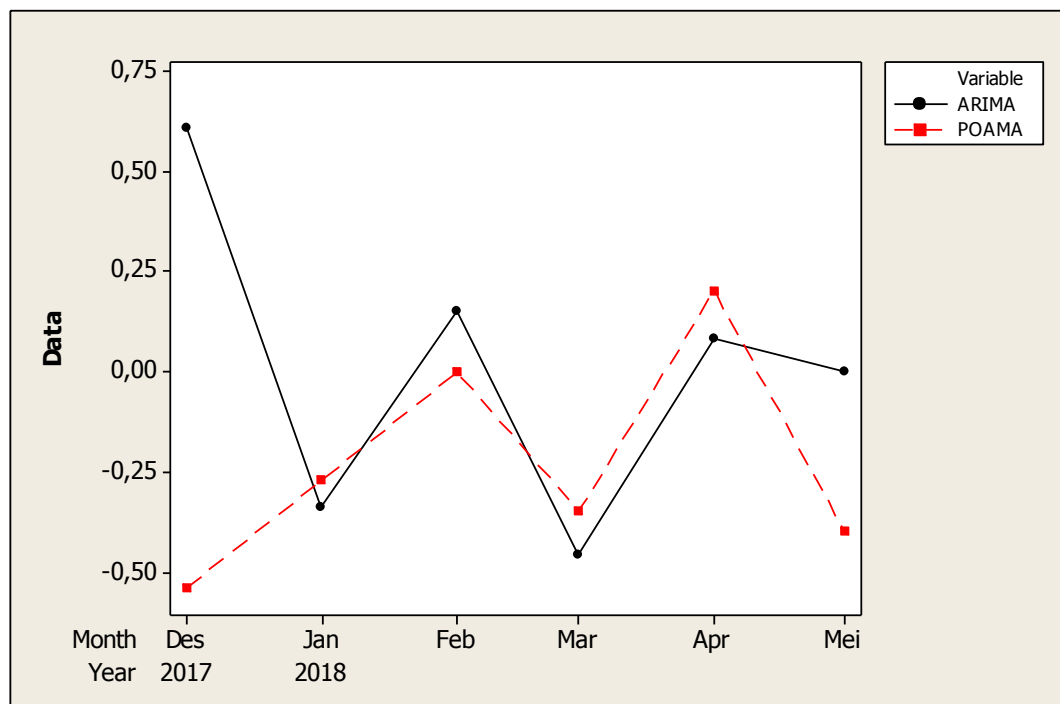
Berdasarkan Tabel 5 dapat dilihat bahwa semakin jauh prediksi dilakukan maka semakin kecil nilai korelasinya, yang berarti keakuratan model juga semakin kecil. Model ARIMA sangat baik untuk prediksi deret waktu jangka pendek, namun untuk prediksi jangka panjang nilainya akan cenderung datar.

Terlihat dengan jelas bahwa data yang diperoleh dari hasil peramalan memiliki pola yang sangat menyerupai data aslinya. Dapat disimpulkan bahwa model yang dipilih sebagai peramalan deret waktu sudah tepat. Model tersebut digunakan untuk memprediksi data hingga Mei 2018 yang ditunjukkan pada Tabel 6. Selanjutnya adalah mengidentifikasi pola data indeks IOD+EMI yang telah diprediksi. Hal ini dilakukan dengan cara mengplot data hasil prediksi (Gambar 21). Data hasil prediksi menunjukkan bahwa data tersebut masih berada dalam kisaran nilai  $-0,5^{\circ}\text{C}$  sampai  $0,5^{\circ}\text{C}$  yang berarti masih dalam kondisi normal. Hal ini juga didukung oleh hasil prediksi dari POAMA (*Predictive Ocean Atmosphere Model for Australia*), sehingga pada tahun ini kondisi telekoneksi IOD dan El

Niño Modoki masih normal, dengan kata lain diduga faktor monsunal yang akan mendominasi dalam mempengaruhi perilaku curah hujan di tahun 2018.

Tabel 6. Nilai Prediksi Indeks IOD+EMI Hasil Model ARIMA dan Hasil POAMA

Bulan	Prediksi ARIMA	Prediksi POAMA	Selisih
Des-17	0,61	-0,54	1,15
Jan-18	-0,34	-0,27	0,07
Feb-18	0,15	0,00	0,15
Mar-18	-0,46	-0,35	0,11
Apr-18	0,08	0,20	0,12
Mei-18	0,00	-0,40	0,40
Rerata	0,01	-0,23	0,33

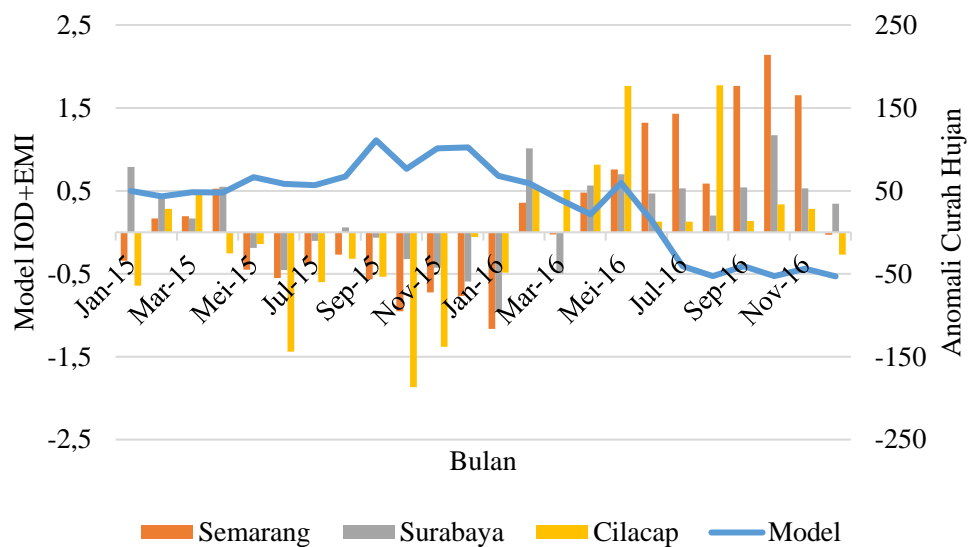


Gambar 21. Plot Data Hasil Prediksi IOD+EMI dengan Model ARIMA (4,1,5) dan POAMA Periode Desember 2017 – Mei 2018

## D. Aplikasi Terhadap Kondisi Ekstrim

### 1. Analisis Temporal

Aplikasi terhadap kondisi cuaca ekstrim dilakukan dengan menganalisis jangka pendek pada tahun terakhir terjadinya kondisi ekstrim kemarau dan ekstrim basah yaitu pada tahun 2015 dan 2016.



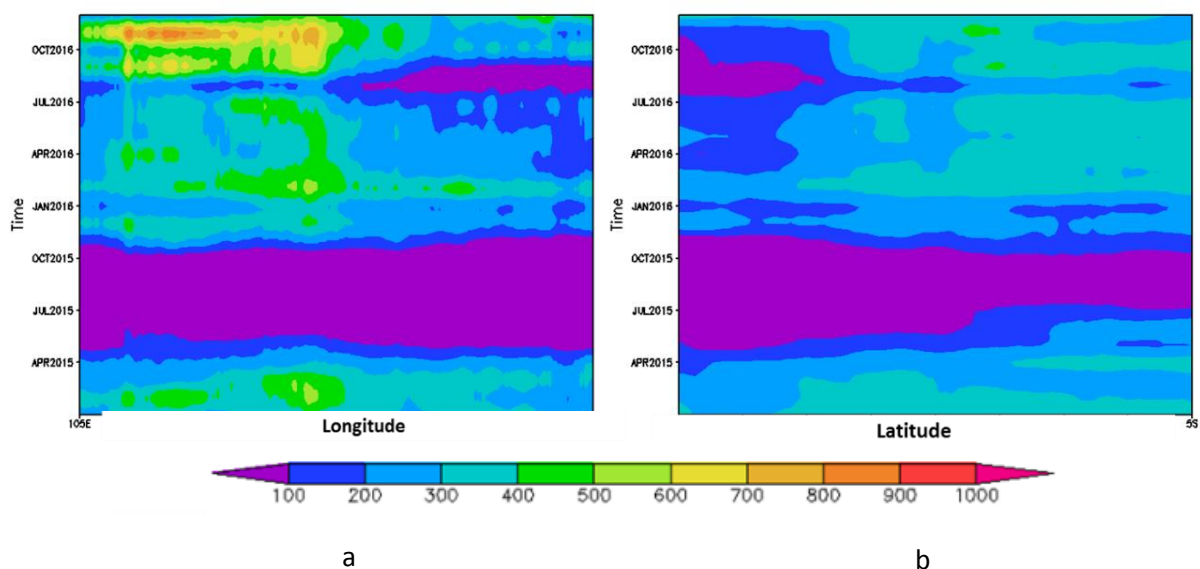
Gambar 22. *Time Series* Anomali Curah Hujan dan Model IOD+EMI  
Periode 2015-2016

Dari Gambar 22 dapat dilihat bahwa data curah hujan dan data model IOD+EMI memiliki fase yang berbeda. Saat IOD+EMI berfase positif, curah hujan di wilayah kajian mengalami penurunan. Sebaliknya, ketika IOD+EMI berada pada fase negatif, curah hujan di wilayah kajian mengalami kenaikan curah hujan. Dari gambar tersebut juga dapat dilihat bahwa puncak positif kejadian IOD+EMI terjadi pada bulan September 2015 sedangkan puncak negatif kejadian IOD+EMI terjadi pada bulan Oktober 2016.

## 2. Analisis Spasial

Ernest Hovmoller (1949) telah menemukan diagram Hovmoller untuk mempermudah cara menafsirkan plot transek lintang bujur suatu wilayah terhadap data deret waktu. Plot Hovmoller digunakan secara luas dalam oseanografi dan meteorologi. Pada penelitian ini digunakan untuk melihat bagaimana pergerakan curah hujan spasial terhadap waktu pada kondisi ekstrim. Gambar 23 menunjukkan distribusi spasial curah hujan bulanan pada kondisi ekstrim kemarau 2015 dan esktrim basah 2016.

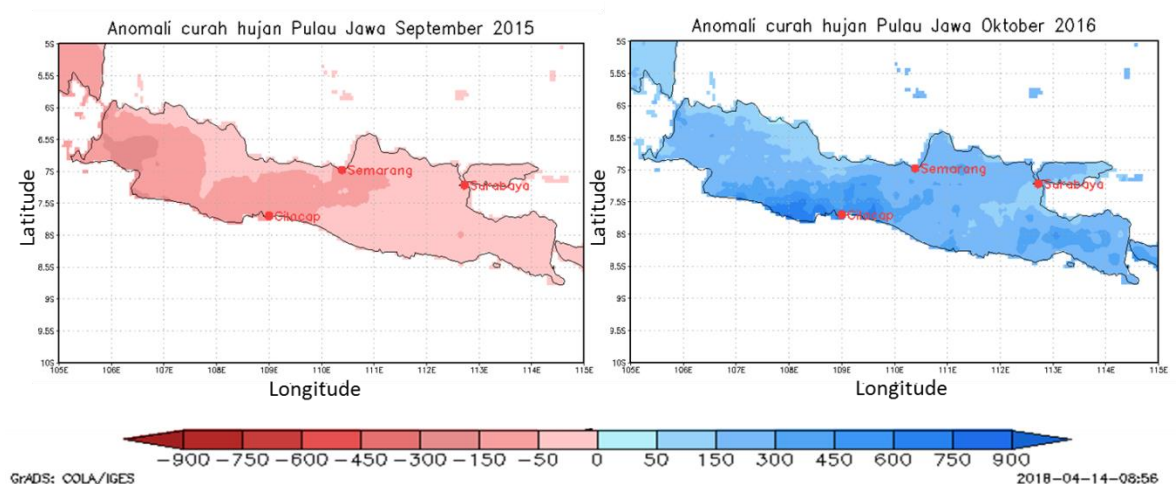
Pada kondisi ekstrim kemarau 2015, hampir seluruh Pulau Jawa mengalami penurunan curah hujan yang dimulai dari bulan Mei 2015 hingga November 2015, sedangkan pada kondisi ekstrim 2016, wilayah Cilacap ( $109^{\circ}\text{BT}$ ) dan Semarang ( $110^{\circ}\text{BT}$ ) sudah mengalami hujan dari bulan Januari 2016, kemudian disusul Surabaya ( $112^{\circ}\text{BT}$ ) pada bulan Februari 2016, dan memiliki puncak musim basah pada Oktober 2016.



Gambar 23. Analisis Spasial Hovmoller Curah Hujan Bulanan  
Plot (a) Bujur dan (b) Lintang Pulau Jawa Pada Saat Kondisi Ekstrim 2015-2016

Analisis spasial Hovmoller pada Gambar 23a menunjukkan bahwa wilayah barat Pulau Jawa mengalami peningkatan curah hujan yang lebih tinggi dibandingkan wilayah timur yang ditandai dengan warna yang semakin merah pada kawasan barat. Hal ini disebabkan angin muson barat yang membawa banyak uap air melewati kawasan Indonesia barat sehingga curah hujan di kawasan barat lebih banyak. Berdasarkan Gambar 23b dapat dilihat bahwa Pulau Jawa bagian selatan akan mengalami penurunan curah hujan lebih panjang dibandingkan dengan wilayah utara. Hal ini dipengaruhi oleh garis lintang, dimana semakin jauh dari garis lintang  $0^{\circ}$ , suhu semakin rendah sehingga tidak terjadi penguapan air dan menyebabkan hujan tidak banyak turun.

Dari Gambar 24 dapat dilihat adanya dua puncak kondisi yang sangat berbeda, yaitu kondisi kemarau dan kondisi basah. Pada Gambar 24a seluruh Pulau Jawa saat puncak kemarau 2015 digambarkan oleh warna merah dengan anomali curah hujan bernilai negatif yang berarti curah hujan berada di bawah normal atau mengalami penurunan curah hujan.



Gambar 24. Distribusi Anomali Curah Hujan Pulau Jawa Pada Puncak Kondisi  
(a) Ekstrim Kemarau 2015 dan (b) Ekstrim Basah 2016

Hal sebaliknya terjadi pada puncak musim basah (Gambar 24b) dimana hampir seluruh Pulau Jawa berwarna biru dengan anomali bernilai positif yang menunjukkan curah hujan di atas normal. Dengan adanya telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki mengakibatkan suhu muka laut semakin hangat dan memicu terbentuknya awan konvektif sehingga kondisi akan semakin basah pada musim hujan. Ketika musim kemarau, suhu muka laut mendingin dan menyebabkan bergesernya awan konvektif sehingga kondisi akan semakin kering.

### **3. Analisis Korelasi**

Korelasi merupakan teknik analisis yang termasuk dalam salah satu teknik pengukuran asosiasi atau hubungan (*measures of association*) mengenai ada atau tidaknya hubungan antara dua fenomena atau lebih (Hasan, 2003). Pada penelitian ini dilakukan analisis korelasi untuk mengetahui hubungan antara anomali curah hujan terhadap IOD dan El Niño Modoki di setiap wilayah kajian. Keeratan hubungan ini dijelaskan melalui nilai koefisien korelasi ( $r$ ). Dengan menggunakan periode data bulanan 2015-2016, diperoleh koefisien korelasi curah hujan untuk masing-masing wilayah kajian.

Penelitian ini menggunakan selang kepercayaan 95%, sehingga jika  $P\text{-Value} < 0,05$  maka hubungan dikatakan signifikan (Windari, 2012). Hasil pada Tabel 7 menunjukkan bahwa IOD di masing-masing wilayah memiliki pengaruh yang lebih kuat, ditandai dengan hubungan korelasi yang lebih besar dan signifikan dibandingkan dengan El Niño Modoki. Nilai signifikansi ( $P\text{-Value}$ ) El Niño Modoki di wilayah Surabaya dan Cilacap jauh melebihi batas 0,05 sehingga dapat dikatakan bahwa El Niño Modoki tidak memberikan pengaruh yang signifikan pada



kedua wilayah tersebut. Pada saat telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki, wilayah Semarang mendapatkan dampak telekoneksi yang paling signifikan, hal itu dilihat dari nilai koefisien korelasi yang besar dan signifikan dibandingkan dengan wilayah yang lainnya.

Tabel 7. Koefisien Korelasi Anomali Curah Hujan Terhadap IOD dan El Niño Modoki

Kota	Korelasi					
	IOD	<i>P-Value</i>	EMI	<i>P-Value</i>	IOD+EMI	<i>P-Value</i>
Semarang	-0,729	0,000	-0,661	0,000	-0,832	0,000
Surabaya	-0,601	0,002	-0,296	0,161	-0,532	0,007
Cilacap	-0,597	0,002	-0,261	0,218	-0,509	0,011

Nilai korelasi negatif pada Tabel 7 mengindikasikan variabel memiliki hubungan yang berbanding lurus dengan gradien negatif. Artinya, pada saat anomali SML IOD dan El Niño Modoki meningkat, maka curah hujan wilayah Indonesia khususnya yang bertipe monsunial akan menurun, hal sebaliknya juga berlaku.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### A. Kesimpulan

Setelah dilakukan penelitian tentang model telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki dan pengaruhnya terhadap anomali curah hujan ekstrim di Pulau Jawa, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Melalui metode Box-Jenkins, model prediksi yang sesuai untuk data deret waktu IOD+EMI adalah ARIMA (4,1,5) dengan persamaan  $Z_t = 1,4676 Z_{t-1} - 0,7158 Z_{t-2} + 0,8934 Z_{t-3} - 0,8046 Z_{t-4} + 0,1594 Z_{t-5} + 0,0000984 - 0,5145 a_{t-1} + 0,2196 a_{t-2} - 0,7085 a_{t-3} + 0,1696 a_{t-4} - 0,1551 a_{t-5}$ , yang berarti prakiraan data IOD+EMI untuk waktu mendatang tergantung dari data 4 bulan dan galat 5 bulan sebelumnya. Model dapat mengikuti data asli dengan baik tidak hanya pada kondisi normal tetapi juga pada kondisi ekstrim, yang ditandai dengan nilai korelasi ( $r$ ) sebesar 0,920. Keakuratan model dapat dilihat dari nilai korelasi ( $r$ ) hasil validasi yaitu untuk 3 bulan sebesar 0,997 ; 6 bulan sebesar 0,923 ; 9 bulan sebesar 0,920 ; 11 bulan sebesar 0,920.
2. Untuk kondisi ekstrim 2015-2016 dampak telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki yang paling signifikan terjadi di wilayah Semarang dengan nilai koefisien korelasi -0,832 dan  $P$ -Value 0,000. Faktor yang dominan untuk semua wilayah kajian pada kondisi ekstrim 2015-2016 adalah IOD.
3. Hasil prediksi dengan menggunakan model ARIMA (4,1,5) untuk 6 bulan ke depan (Desember 2017 - Mei 2018) menunjukkan bahwa nilai anomali suhu

muka laut IOD+EMI masih berada dalam kisaran nilai  $-0,5^{\circ}\text{C}$  sampai  $0,5^{\circ}\text{C}$  yang berarti masih dalam kondisi normal. Hal ini juga didukung oleh hasil prediksi dari POAMA, sehingga pada tahun ini kondisi telekoneksi IOD dan El Niño Modoki masih normal, dengan kata lain diduga faktor monsun yang akan mendominasi perilaku curah hujan di tahun ini.

## **B. Saran**

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat membuat model prediksi dengan menggunakan metode statistik lainnya misalnya *Holt-Winters*.
2. Dalam menganalisis dampak telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki diharapkan juga dapat memasukkan fenomena Monsun di dalamnya.
3. Selain itu, untuk pemilihan wilayah kajian diusahakan pada wilayah yang lebih sensitif misalnya pada kawasan pantura Jawa dan sepanjang pantai barat Sumatera.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aldrian E dan Susanto RD. 2003. Identification of Three Dominant Rainfall Regions within Indonesia and Their Relationship to Sea Surface Temperature. *Int J Clim* 2003; 23: 1435–1452.
- Ashok K, Behera SK, Rao SA, Weng H, dan Yamagata T. 2007. El Niño Modoki and Its Teleconnection. *J Geophys Res* 112: C11007. doi:10.1029/2006JC003798.
- Ashok, K., Z. Guan, and T. Yamagata. 2001. Impact of the Indian Ocean dipole on the relationship between the Indian monsoon rainfall and ENSO. *Geophys. Res. Lett.*, 28, 4499–4502.
- As-syakur AR. 2010. Pola Spasial Pengaruh Kejadian La Nina terhadap Curah Hujan di Indonesia Tahun 1998/1999; Observasi Menggunakan Data TRMM Multisatellite Precipitation Analysis (TMPA) 3B43. *Journal of Ocean Science*: In Press.
- Aswi dan Sukarna. 2006. *Analisis Deret Waktu Teori dan Aplikasi*. Makassar: Andira Publisher.
- Bey, Ahmad. 1987. *Metode Kausal dan Time Series Untuk Analisis Data Iklim*. Bogor: IPB.
- Coughlan M, Jones DA, Plummer N, Watkins AB, Trewin BC, Dawkins SS. 2004. *Impacts of the 2002–03 El Niño on Australian climate*. In: Plummer N, Flannery M, Mullen C, Trewin B, Watkins A, Wright W, Powell T, Power S (eds) DroughtCom Workshop, Improving the Communication of Climate Information, Vol II, Extended Abstracts, 22–23 July 2003, Melbourne, Bureau of Meteorology, Commonwealth of Australia.
- Estiningtyas, Ramadhani, dan Aldrian. 2007. Analisis Korelasi Curah Hujan dan Suhu Permukaan Laut Wilayah Indonesia, Serta Implikasinya untuk prakiraan Curah Hujan (Studi Kasus Kabupaten Cilacap). *J. Agromet Indonesia* 21 (2): 46-60.
- Evana, L. 2009. Pengembangan Model Prediksi *Madden Julian Oscillation* (MJO) Berbasis pada Hasil Analisis Data *Real Time Multivariate* MJO (RMM1 dan RMM2) [Skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Gall MD. 2001. *Figuring out the Importance of Research Results: Statistical Significance versus Practical Significance*. [www.uoregon.edu/~mgall/statistical\\_significance\\_v.htm](http://www.uoregon.edu/~mgall/statistical_significance_v.htm). [28 Maret 2018].

- Handoko. 1993. *Klimatologi Dasar*. Jakarta: PT Dunia Pustaka Jaya.
- Hasan, MI. 2003. *Pokok-Pokok Materi Statistik 2 (Statistik Iterensif)*. Ed Ke-2. Jakarta: Bumi Aksara.
- Hermawan E. 2003. The Characteristics of Indian Ocean Dipole Mode Preliminary Study of the Monsoon Variability in the Western Part of Indonesian Region. *Jurnal Sains Dirgantara*: Vol. 1 No. 1 Des 2003.
- Hermawan E, Satyawardhana H, Witono A, Berliana S, Rustiana S. 2016. Status Terkini Prediksi Curah Hujan MK 2016 dan MH 2016/2017 (Studi Kasus: D.I.Yogyakarta). *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS 2016 Upaya Pengurangan Resiko Bencana Terkait Perubahan Iklim*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Jarret J. 1991. *Business Forecasting Methods (2nd ed.)*. Oxford :Basil Blacwell.
- Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology. 2018. El Niño Modoki Index Monthly Data. Diakses dari <http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/iod/DATA/emi.monthly.txt> pada tanggal 20 Februari 2018.
- Japan Agency for Marine-Earth Science and Technology. (2018). Dipole Mode Index Monthly Data. Diakses dari <http://www.jamstec.go.jp/frcgc/research/d1/iod/DATA/dmi.monthly.txt> pada tanggal 20 Februari 2018.
- Konrad CE. 1997. Intramonthly Indices of the Pasific/North American Teleconnection Pattern and Temperature Regimes over the United States. *Theor. Appl. Climatol*. 60: 11-19.
- Krisnanto, Rizki. 2012. Pengembangan model telekoneksi antara kejadian El-Nino dengan IOD dan pengaruhnya terhadap fluktuasi curah hujan di daerah sentra produksi pangan (Studi kasus: Sukamandi dan Padang panjang). Skripsi. Departemen Geofisika dan Meteorologi FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Makridakis S., Wheelwright S. C, McGee, V. E. 1999. *Metode dan Aplikasi Peramalan, Jilid 1*. Hari Suminto, penerjemah. Jakarta (ID): Binarupa Aksara.
- Mulyana. 2004. *Analisis Spektral untuk Menelaah Periodisitas Tersembunyi dari Data Deret Waktu*. Bandung: Statistika FMIPA Universitas Padjadjaran.
- Nurwahidah. 2017. Dampak El Niño Modoki dan *Indian Ocean Dipole* (IOD) Terhadap Curah Hujan Indonesia. Skripsi. Universitas Hasanuddin.

- Rustiana, Shailla. 2014. El Niño Modoki dan Dampaknya Terhadap Keragaman Curah Hujan Pulau Jawa (Studi Kasus: Kabupaten Indramayu). Skripsi. Departemen Geofisika dan Meteorologi FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Saji NH, B. N. Goswami, P. N. Vinayachandran and T. Yamagata. 1999. *A Dipole Mode in The Tropical Indian Ocean*. in Macmillan Magazines Ltd, Nature, Vol.401.
- Saji, NH., and T. Yamagata. 2003. *Possible impacts of Indian Ocean Dipole mode events on global climate*. Climate Research, 25:151-159. Storch HV and Zwiers FH. 1999. *Statistical Analysis in Climate Research*. United Kingdom: Cambridge University.
- Storch H Von, Zwiers FW. 1999. *Statistical Analysis in Climate Research*. Cambridge University Press. London.
- Walpole. 1982. *Pengantar Statistika*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.
- Webster, P. J., A. Moore, J. Loschnigg, and M. Lebar. 1999. Coupled ocean-atmosphere dynamics in the Indian Ocean during 1997 – 98. *Nature*, 401, 356 – 360.
- Wei, William S. (2006) . *Time Series Analysis, Univariate and Multivariate Method Second Edition*. New York : Pearson Education.
- Weng HY, Ashok K, Behera SK, Rao AS, Yamagata T. 2007. Impacts of Recent El Niño Modoki on Dry/Wet Conditions in the Pacific Rim during Boreal Summer. *J Climate Dynamics* 29:113–129.
- Windari, Ela Hasri. 2012. El Niño Modoki dan Pengaruhnya Terhadap Perilaku Curah Hujan Monsunal di Indonesia. Skripsi. Departemen Geofisika dan Meteorologi FMIPA Institut Pertanian Bogor.
- Wirohamidjojo, S dan Y.S Swarinoto. 2010. *Iklim Kawasan Indonesia*. Jakarta: Badan Meteorologi dan Geofisika.
- Yamagata T. 2004. *Mock El Niño: Culprit behind Heat Wave, Floods*. Diakses dari [https://www.japantimes.co.jp/news/2004/07/24/national/mock-el-nino-culprit-behind-heat-wave-floods-professor/#.Wrn5l\\_lubIU](https://www.japantimes.co.jp/news/2004/07/24/national/mock-el-nino-culprit-behind-heat-wave-floods-professor/#.Wrn5l_lubIU) pada tanggal 27 Maret 2018.
- Yeh SW, Kug JS, Dewitte B. 2009. El Niño in A Changing Climate. *Nature* 461: 511–514.

**Lampiran 1.**Data Anomali Curah Hujan Periode Januari 1981 - November 2017.

<b>Bulan</b>	<b>Semarang</b>	<b>Surabaya</b>	<b>Cilacap</b>	<b>Mar-84</b>	26,9355	65,0937	28,3794
<b>Jan-81</b>	48,9955	-17,5376	2,1009	<b>Apr-84</b>	31,6804	63,8419	98,5780
<b>Feb-81</b>	-40,4271	-77,4267	31,5348	<b>Mei-84</b>	21,4033	13,2741	90,9225
<b>Mar-81</b>	-19,7131	32,3633	61,1363	<b>Jun-84</b>	-33,3839	-29,2525	65,9232
<b>Apr-81</b>	43,4073	-8,2558	36,9979	<b>Jul-84</b>	13,6288	-3,8457	-6,1612
<b>Mei-81</b>	35,6219	13,5210	38,4490	<b>Agu-84</b>	-12,5730	11,3824	24,9488
<b>Jun-81</b>	26,9561	0,3947	265,3979	<b>Sep-84</b>	154,9313	58,5964	266,4314
<b>Jul-81</b>	102,7318	12,3044	204,7402	<b>Okt-84</b>	36,6626	7,2790	135,5567
<b>Agu-81</b>	19,5635	4,8628	30,1386	<b>Nov-84</b>	-50,9655	-12,4129	-32,4563
<b>Sep-81</b>	102,6491	27,8749	111,3637	<b>Des-84</b>	18,5304	-7,1592	44,1725
<b>Okt-81</b>	31,0550	-23,2872	130,3195	<b>Jan-85</b>	-73,1034	-50,9306	-14,4432
<b>Nov-81</b>	100,8481	70,2713	120,0049	<b>Feb-85</b>	-32,9517	44,0593	0,1788
<b>Des-81</b>	62,1544	93,7304	3,9402	<b>Mar-85</b>	37,5426	0,2602	5,1152
<b>Jan-82</b>	84,0155	7,7357	82,8514	<b>Apr-85</b>	9,9238	-23,2397	-38,1035
<b>Feb-82</b>	-44,8690	5,8780	-28,1382	<b>Mei-85</b>	-18,5067	-10,8339	-58,8229
<b>Mar-82</b>	-50,6774	-37,1513	-48,7128	<b>Jun-85</b>	83,2142	-5,3815	129,7636
<b>Apr-82</b>	19,5565	33,4079	-16,1668	<b>Jul-85</b>	33,3115	6,6291	4,4641
<b>Mei-82</b>	-99,2544	-67,5448	-180,5632	<b>Agu-85</b>	-13,1284	9,1489	47,2975
<b>Jun-82</b>	-67,9128	-49,4260	-153,9459	<b>Sep-85</b>	8,6336	2,1378	-31,1634
<b>Jul-82</b>	-14,0097	-8,0582	-52,2558	<b>Okt-85</b>	-11,1606	19,9599	71,0214
<b>Agu-82</b>	-27,3443	5,3921	-53,8666	<b>Nov-85</b>	20,8556	-35,0379	-32,2998
<b>Sep-82</b>	-49,2429	-8,0418	-44,5817	<b>Des-85</b>	-5,0710	-45,2612	-65,5376
<b>Okt-82</b>	-94,7104	-32,0650	-183,1239	<b>Jan-86</b>	186,1061	15,6093	9,7773
<b>Nov-82</b>	-116,9521	-95,2739	-276,8824	<b>Feb-86</b>	-40,4775	-22,6993	-36,6049
<b>Des-82</b>	-93,3266	-66,9527	-172,5227	<b>Mar-86</b>	182,0005	145,2702	160,3014
<b>Jan-83</b>	-23,7350	35,4708	-17,1975	<b>Apr-86</b>	70,9070	150,3386	25,3325
<b>Feb-83</b>	-59,4433	19,0654	-24,3999	<b>Mei-86</b>	-85,7772	-37,3103	-28,2621
<b>Mar-83</b>	-86,4401	31,5469	-150,0198	<b>Jun-86</b>	63,0048	79,3127	233,2061
<b>Apr-83</b>	-4,6437	40,5179	-50,7908	<b>Jul-86</b>	24,9710	7,0906	141,8991
<b>Mei-83</b>	113,9910	125,7459	293,1168	<b>Agu-86</b>	4,2427	18,7245	-25,7529
<b>Jun-83</b>	-44,8414	-43,4539	-94,1478	<b>Sep-86</b>	90,5968	19,9198	155,5514
<b>Jul-83</b>	-21,2201	-7,4499	-32,1543	<b>Okt-86</b>	46,2401	27,3220	135,6015
<b>Agu-83</b>	-25,0028	4,5101	-41,3543	<b>Nov-86</b>	55,5254	5,6384	143,0846
<b>Sep-83</b>	-56,8580	-4,6632	-67,8446	<b>Des-86</b>	-63,6443	-81,6270	-32,8903
<b>Okt-83</b>	69,3021	17,2702	252,0569	<b>Jan-87</b>	151,9551	23,7830	177,9003
<b>Nov-83</b>	78,7196	124,6408	162,4197	<b>Feb-87</b>	-69,2953	7,3523	4,3921
<b>Des-83</b>	-77,4545	-3,2609	-89,2362	<b>Mar-87</b>	-55,7664	-48,7373	-57,8182
<b>Jan-84</b>	94,8163	76,8176	-54,9136	<b>Apr-87</b>	-102,3308	-92,8778	-0,2359
<b>Feb-84</b>	14,0779	85,1958	92,2551	<b>Mei-87</b>	-37,8762	-12,9762	-69,1198

<b>Jun-87</b>	-70,4532	-41,7558	-129,5455	<b>Nov-90</b>	-101,7596	-41,5316	130,4856
<b>Jul-87</b>	-25,7102	-4,1423	-15,8528	<b>Des-90</b>	66,3019	42,2651	222,7405
<b>Agu-87</b>	-30,2665	5,8874	-51,4325	<b>Jan-91</b>	-74,3362	-30,8141	206,7869
<b>Sep-87</b>	-53,4324	-7,5780	-56,9739	<b>Feb-91</b>	10,6676	-8,7474	-75,8146
<b>Okt-87</b>	-85,5301	-31,0982	-177,9406	<b>Mar-91</b>	-130,1532	-156,5750	-30,3575
<b>Nov-87</b>	-71,2803	2,7827	-8,8409	<b>Apr-91</b>	-21,6163	179,9743	8,8928
<b>Des-87</b>	36,7289	37,8914	175,9259	<b>Mei-91</b>	-45,2582	-64,0003	-146,4867
<b>Jan-88</b>	-36,6861	-12,7038	87,2891	<b>Jun-91</b>	-88,8091	-55,7268	-157,7793
<b>Feb-88</b>	-21,0166	-56,1312	-70,2162	<b>Jul-91</b>	-54,4263	-45,2618	-93,5312
<b>Mar-88</b>	-10,6076	2,2762	-27,3476	<b>Agu-91</b>	-54,0145	-24,0850	-76,3398
<b>Apr-88</b>	-114,0289	-87,6970	-131,0305	<b>Sep-91</b>	-83,9779	-18,2239	-97,5519
<b>Mei-88</b>	74,3863	51,3684	78,2564	<b>Okt-91</b>	-108,8299	-55,2354	-162,2497
<b>Jun-88</b>	-28,0155	-47,4502	123,9666	<b>Nov-91</b>	-86,8440	-98,6554	102,8725
<b>Jul-88</b>	-27,7584	-8,5638	-42,6993	<b>Des-91</b>	132,3567	-78,7599	46,8888
<b>Agu-88</b>	-2,1517	13,9871	-22,1826	<b>Jan-92</b>	-132,9332	-4,6727	20,1161
<b>Sep-88</b>	-41,6240	-2,0713	-24,8336	<b>Feb-92</b>	-177,4032	-60,0620	-51,8349
<b>Okt-88</b>	46,8288	29,2911	160,9426	<b>Mar-92</b>	-103,5182	89,3478	-131,1210
<b>Nov-88</b>	5,1915	46,0886	11,6134	<b>Apr-92</b>	7,1495	-65,9485	123,7228
<b>Des-88</b>	93,0070	-73,5442	35,2046	<b>Mei-92</b>	39,9738	-72,7141	20,4837
<b>Jan-89</b>	29,3418	-23,5198	0,7598	<b>Jun-92</b>	-16,3619	-55,7268	-130,0854
<b>Feb-89</b>	207,3911	30,3147	87,9077	<b>Jul-92</b>	-60,8187	-37,5162	-11,7416
<b>Mar-89</b>	6,1587	-45,2346	-25,4626	<b>Agu-92</b>	123,9073	-23,1168	207,3805
<b>Apr-89</b>	14,8915	15,3295	-9,5104	<b>Sep-92</b>	37,4777	-19,1921	208,0490
<b>Mei-89</b>	30,3050	33,3257	-2,7073	<b>Okt-92</b>	195,8745	-17,4756	144,7238
<b>Jun-89</b>	109,5347	26,8424	23,1995	<b>Nov-92</b>	109,1896	-13,4538	15,5925
<b>Jul-89</b>	95,0527	6,2720	154,0394	<b>Des-92</b>	-129,7317	186,5269	-171,6744
<b>Agu-89</b>	17,8426	18,3319	59,0978	<b>Jan-93</b>	20,6921	-10,4819	15,0294
<b>Sep-89</b>	-42,1240	1,6251	-40,8832	<b>Feb-93</b>	-113,4792	45,4718	-62,7348
<b>Okt-89</b>	-19,7564	21,8384	-19,9759	<b>Mar-93</b>	-26,8094	-44,2638	28,5020
<b>Nov-89</b>	-1,7645	1,1073	-138,9681	<b>Apr-93</b>	17,8035	-114,3585	122,6731
<b>Des-89</b>	-78,8525	-31,2450	-11,1369	<b>Mei-93</b>	-79,3510	-54,3183	70,2195
<b>Jan-90</b>	20,6921	-18,2275	-33,1723	<b>Jun-93</b>	76,3279	205,6872	-67,6734
<b>Feb-90</b>	-265,8314	-109,4402	90,0253	<b>Jul-93</b>	-54,4263	-40,4208	-93,0468
<b>Mar-90</b>	10,4796	-6,5040	-87,0370	<b>Agu-93</b>	-17,7909	-3,7528	31,2866
<b>Apr-90</b>	-48,2513	-92,0899	-2,7968	<b>Sep-93</b>	5,5157	-2,7327	-61,2997
<b>Mei-90</b>	-48,4544	14,4239	86,0445	<b>Okt-93</b>	-25,7287	-8,7618	-103,2288
<b>Jun-90</b>	78,4587	-50,8858	211,8485	<b>Nov-93</b>	-112,4136	-111,2420	23,5858
<b>Jul-90</b>	107,5145	-2,6610	2,1457	<b>Des-93</b>	-129,7317	-44,8729	112,2074
<b>Agu-90</b>	131,3651	-26,0214	276,1710	<b>Jan-94</b>	72,6890	-18,2275	20,6812
<b>Sep-90</b>	46,0009	-36,6197	-46,3628	<b>Feb-94</b>	-152,8990	-88,1398	-63,7844
<b>Okt-90</b>	-112,0261	-18,4438	16,8316	<b>Mar-94</b>	253,3908	49,6516	76,6230



<b>Apr-94</b>	2,8879	-88,2171	86,1787	<b>Sep-97</b>	-32,8387	-23,0649	-99,4090
<b>Mei-94</b>	-101,7244	-93,0463	-186,2915	<b>Okt-97</b>	-125,8763	-55,2354	-198,9864
<b>Jun-94</b>	-46,1931	-76,0590	-202,9937	<b>Nov-97</b>	-129,4600	-110,2738	-329,8132
<b>Jul-94</b>	-61,8841	-43,3254	-93,9349	<b>Des-97</b>	80,1521	-109,7423	-177,0840
<b>Agu-94</b>	-50,8183	-23,1168	-76,6628	<b>Jan-98</b>	-213,9036	-194,4399	-70,2320
<b>Sep-94</b>	-53,0813	-30,8105	-99,8934	<b>Feb-98</b>	184,8328	230,3980	48,3635
<b>Okt-94</b>	-74,7371	-39,7442	-180,3355	<b>Mar-98</b>	-125,8916	-106,2286	72,5053
<b>Nov-94</b>	20,7614	-64,7684	-224,4475	<b>Apr-98</b>	11,4111	31,8397	18,9222
<b>Des-94</b>	169,6457	-96,1875	-27,0691	<b>Mei-98</b>	-52,7160	82,1979	-99,8997
<b>Jan-95</b>	-96,7096	-119,8885	-29,8620	<b>Jun-98</b>	-5,7079	240,5424	59,9765
<b>Feb-95</b>	4,7802	29,9806	137,7427	<b>Jul-98</b>	74,4871	100,9364	-98,2142
<b>Mar-95</b>	-50,2482	-94,6102	44,6500	<b>Agu-98</b>	42,9369	-18,2758	51,3909
<b>Apr-95</b>	-116,4369	59,9175	-54,7934	<b>Sep-98</b>	-3,0075	-5,6373	241,8790
<b>Mei-95</b>	94,3092	-63,0321	91,8578	<b>Okt-98</b>	124,4927	112,2632	40,9729
<b>Jun-95</b>	47,5621	51,7434	171,0748	<b>Nov-98</b>	-131,5908	123,0624	28,1330
<b>Jul-95</b>	-48,0339	-37,5162	157,5702	<b>Des-98</b>	-50,8921	178,7813	-72,4449
<b>Agu-95</b>	-47,6221	-11,4984	-69,5577	<b>Jan-99</b>	-20,0008	-13,8706	-48,1092
<b>Sep-95</b>	-27,5117	-33,7151	-94,6453	<b>Feb-99</b>	80,4236	-101,6946	-128,6186
<b>Okt-95</b>	-66,2139	-50,3944	33,7552	<b>Mar-99</b>	-27,8748	246,1962	121,3530
<b>Nov-95</b>	75,0968	102,7302	114,4183	<b>Apr-99</b>	-61,0361	54,1083	-63,5133
<b>Des-95</b>	-43,4343	1,6007	-6,8033	<b>Mei-99</b>	-31,4080	-55,2865	-125,5750
<b>Jan-96</b>	-84,9902	-53,0827	7,3591	<b>Jun-99</b>	53,9545	-95,4230	-8,8947
<b>Feb-96</b>	93,2084	-37,7934	26,3215	<b>Jul-99</b>	-5,4179	-1,6928	-88,3639
<b>Mar-96</b>	-128,0224	-126,5608	-93,0925	<b>Agu-99</b>	29,0867	-24,0850	-39,2802
<b>Apr-96</b>	17,8035	-68,8531	-143,3652	<b>Sep-99</b>	3,3849	-32,7469	-66,4670
<b>Mei-96</b>	-39,9312	-68,8413	-56,7845	<b>Okt-99</b>	125,5581	14,4750	54,0527
<b>Jun-96</b>	-88,8091	-32,4900	-54,1091	<b>Nov-99</b>	-2,6774	43,6700	19,3873
<b>Jul-96</b>	64,8985	-22,9932	-46,7020	<b>Des-99</b>	167,5149	75,1839	101,6305
<b>Agu-96</b>	67,4411	-0,8482	41,3791	<b>Jan-00</b>	123,8282	151,2075	0,8999
<b>Sep-96</b>	-12,5961	-33,7151	-87,9439	<b>Feb-00</b>	-6,9392	-20,3658	-30,7617
<b>Okt-96</b>	-16,1401	-33,9350	42,8299	<b>Mar-00</b>	-71,5562	-67,5006	-51,6728
<b>Nov-96</b>	-5,8736	54,3202	107,7976	<b>Apr-00</b>	-51,4475	-48,5209	253,5527
<b>Des-96</b>	90,8061	-20,6679	30,2563	<b>Mei-00</b>	161,4294	-39,7953	110,9125
<b>Jan-97</b>	93,9970	40,8327	6,7940	<b>Jun-00</b>	-57,9125	-8,2850	-52,8173
<b>Feb-97</b>	-62,3400	-23,2704	-102,4588	<b>Jul-00</b>	-17,1373	109,6502	3,2760
<b>Mar-97</b>	-90,7334	-46,2002	-129,5869	<b>Agu-00</b>	39,7407	-26,0214	-43,7209
<b>Apr-97</b>	-50,3821	20,2213	-156,8487	<b>Sep-00</b>	115,2519	16,6313	-3,0861
<b>Mei-97</b>	-36,7350	-48,5091	-128,0779	<b>Okt-00</b>	-9,7477	94,8356	130,4328
<b>Jun-97</b>	-65,3703	44,9660	-158,4252	<b>Nov-00</b>	196,5524	-39,5952	28,1330
<b>Jul-97</b>	-62,9495	-37,5162	-88,2831	<b>Des-00</b>	-83,9195	-88,4419	-146,4835
<b>Agu-97</b>	-52,9491	-0,8482	-76,6628	<b>Jan-01</b>	-124,4100	-70,5103	32,8730

<b>Feb-01</b>	5,8456	43,5354	-90,0249	<b>Jul-04</b>	-18,3342	-9,9442	19,1291
<b>Mar-01</b>	31,7876	20,6056	98,9880	<b>Agu-04</b>	-27,9974	5,1056	-53,6765
<b>Apr-01</b>	113,6895	48,2991	82,0609	<b>Sep-04</b>	-44,1160	-3,7419	-47,0728
<b>Mei-01</b>	39,9738	-5,9083	-130,9846	<b>Okt-04</b>	-83,9972	-31,1894	-146,3637
<b>Jun-01</b>	105,0937	133,0722	13,8740	<b>Nov-04</b>	84,3911	-9,1953	53,4524
<b>Jul-01</b>	-30,9875	40,9080	-37,0132	<b>Des-04</b>	50,0210	-56,0977	100,8880
<b>Agu-01</b>	-54,0145	-8,5938	-75,5324	<b>Jan-05</b>	-98,8728	-140,9803	9,8562
<b>Sep-01</b>	96,0747	97,9601	-30,2955	<b>Feb-05</b>	-145,8595	-114,9531	-39,0818
<b>Okt-01</b>	63,7649	41,5846	41,7399	<b>Mar-05</b>	78,3834	20,1564	116,5185
<b>Nov-01</b>	-20,7892	1,0692	47,9693	<b>Apr-05</b>	-53,5097	-56,8710	-82,5954
<b>Des-01</b>	-123,3393	97,4525	-77,8545	<b>Mei-05</b>	-69,9918	-52,2691	-80,0495
<b>Jan-02</b>	-111,6252	176,3807	-49,6433	<b>Jun-05</b>	15,8506	-27,0368	29,6906
<b>Feb-02</b>	172,0480	-86,7947	-55,7104	<b>Jul-05</b>	11,7917	-3,8524	24,0447
<b>Mar-02</b>	34,9838	-52,0094	-92,7695	<b>Agu-05</b>	16,5539	3,5082	0,8040
<b>Apr-02</b>	-26,9433	-35,9343	-151,1162	<b>Sep-05</b>	42,1454	3,5681	119,8020
<b>Mei-02</b>	13,3388	-1,0673	-141,5615	<b>Okt-05</b>	96,9998	39,8623	145,7303
<b>Jun-02</b>	-82,4167	7,2062	-49,2647	<b>Nov-05</b>	-38,3736	-10,8694	-49,4520
<b>Jul-02</b>	-56,5571	-37,5162	-11,1764	<b>Des-05</b>	56,7088	52,1344	94,5432
<b>Agu-02</b>	-35,9027	-11,4984	-74,1598	<b>Jan-06</b>	159,0771	52,2802	-16,5926
<b>Sep-02</b>	-81,8471	-35,6515	-96,4216	<b>Feb-06</b>	103,9583	69,3945	19,6575
<b>Okt-02</b>	-52,3637	-62,9810	-179,5281	<b>Mar-06</b>	57,2798	37,7025	52,1159
<b>Nov-02</b>	43,1348	-81,2278	-4,4310	<b>Apr-06</b>	53,4613	-36,8942	10,1183
<b>Des-02</b>	-161,6937	-63,2687	-23,5165	<b>Mei-06</b>	17,9855	70,6687	30,7175
<b>Jan-03</b>	5,5143	100,7036	-48,4256	<b>Jun-06</b>	-47,3149	-42,0349	-131,3269
<b>Feb-03</b>	85,2767	-27,4405	70,7827	<b>Jul-06</b>	-35,9018	-9,0540	-60,6126
<b>Mar-03</b>	-79,7200	-92,6070	-64,0912	<b>Agu-06</b>	-28,2022	3,4484	-45,3453
<b>Apr-03</b>	-87,0437	-87,8112	-154,5250	<b>Sep-06</b>	-51,5049	-7,1379	-61,5834
<b>Mei-03</b>	-68,3079	-22,1852	-113,9598	<b>Okt-06</b>	-87,5024	-32,2400	-179,3446
<b>Jun-03</b>	-70,8438	-53,0527	-156,5793	<b>Nov-06</b>	-113,0098	-82,1839	-260,0573
<b>Jul-03</b>	-38,9098	-12,4096	-73,6837	<b>Des-06</b>	-32,1030	-24,6331	-64,1101
<b>Agu-03</b>	-22,8857	3,4001	-42,2001	<b>Jan-07</b>	-140,8321	-90,2854	-166,4031
<b>Sep-03</b>	-33,3043	-7,1712	-14,5327	<b>Feb-07</b>	-38,1190	-64,1145	35,0272
<b>Okt-03</b>	32,3731	-2,6715	41,3963	<b>Mar-07</b>	76,5234	45,2041	98,1938
<b>Nov-03</b>	26,5529	52,9036	27,1548	<b>Apr-07</b>	163,7088	20,3935	64,5145
<b>Des-03</b>	7,1765	-31,8513	-27,0346	<b>Mei-07</b>	-38,4612	-12,3662	-19,5664
<b>Jan-04</b>	-28,9089	1,5591	-44,8532	<b>Jun-07</b>	-12,9035	-28,9187	-77,0577
<b>Feb-04</b>	16,0762	114,0548	0,6488	<b>Jul-07</b>	-28,8363	-7,4544	-63,4494
<b>Mar-04</b>	91,5854	131,5882	4,8252	<b>Agu-07</b>	-17,7000	3,7649	-35,0736
<b>Apr-04</b>	9,2353	-109,9332	-97,5080	<b>Sep-07</b>	-54,1787	-7,5249	-48,8918
<b>Mei-04</b>	-2,8128	27,0615	48,7025	<b>Okt-07</b>	-3,9087	-5,9450	-6,1781
<b>Jun-04</b>	0,5491	-34,1140	-48,5511	<b>Nov-07</b>	-42,2339	-18,9119	19,7244

<b>Des-07</b>	85,5615	22,9378	-41,5868	<b>Mei-11</b>	-5,4249	35,7253	47,1380
<b>Jan-08</b>	-8,7705	-50,3075	-100,4119	<b>Jun-11</b>	-50,1906	-50,3718	-72,7519
<b>Feb-08</b>	187,3684	-43,8682	92,2676	<b>Jul-11</b>	-23,0762	-12,1592	-38,8995
<b>Mar-08</b>	91,4277	44,7013	67,1786	<b>Agu-11</b>	-30,1259	3,4087	-55,9983
<b>Apr-08</b>	-25,0466	-75,2826	20,9471	<b>Sep-11</b>	-53,9919	-6,7328	-62,1128
<b>Mei-08</b>	-72,7012	-47,1456	-159,1654	<b>Okt-11</b>	-44,3889	-4,0899	-114,2080
<b>Jun-08</b>	-47,3031	-41,1953	-127,0099	<b>Nov-11</b>	44,4697	35,9593	116,1253
<b>Jul-08</b>	-36,9169	-11,6399	-66,4560	<b>Des-11</b>	25,7735	77,2314	-14,3390
<b>Agu-08</b>	7,4777	7,0921	-45,3376	<b>Jan-12</b>	56,7601	24,5820	7,8224
<b>Sep-08</b>	-36,4275	-4,8443	-30,3379	<b>Feb-12</b>	-53,4530	-58,3439	-29,6177
<b>Okt-08</b>	41,0611	4,3987	42,4049	<b>Mar-12</b>	4,2214	37,8673	-59,4978
<b>Nov-08</b>	37,4119	50,7058	103,7306	<b>Apr-12</b>	-44,6389	-79,1972	42,7526
<b>Des-08</b>	57,5907	57,7448	-5,7235	<b>Mei-12</b>	-43,1035	11,0175	-22,7968
<b>Jan-09</b>	-21,9897	25,0451	-13,6798	<b>Jun-12</b>	-20,7239	-19,0931	-109,8235
<b>Feb-09</b>	139,4263	132,7435	10,9921	<b>Jul-12</b>	-39,8840	-2,9093	-69,9325
<b>Mar-09</b>	-58,5462	-105,4611	-81,3573	<b>Agu-12</b>	-25,2082	4,7640	-27,6013
<b>Apr-09</b>	-13,9229	-17,8994	-0,0754	<b>Sep-12</b>	-49,8305	-7,9538	-52,3634
<b>Mei-09</b>	80,0189	71,8774	117,0852	<b>Okt-12</b>	-5,3096	-7,3787	48,5065
<b>Jun-09</b>	-28,9370	-20,6648	76,5189	<b>Nov-12</b>	8,6203	-0,1829	46,9644
<b>Jul-09</b>	-24,5428	-7,6817	-36,2490	<b>Des-12</b>	5,3312	11,6122	196,0438
<b>Agu-09</b>	-27,9423	3,3915	-53,8651	<b>Jan-13</b>	75,7815	176,8472	83,0286
<b>Sep-09</b>	-39,9867	-7,1277	-45,9170	<b>Feb-13</b>	40,8629	-19,7485	9,7475
<b>Okt-09</b>	-67,3528	-30,5001	48,3570	<b>Mar-13</b>	32,9239	79,8673	-39,5940
<b>Nov-09</b>	2,7191	-33,3933	42,0432	<b>Apr-13</b>	43,3225	36,6672	-17,4108
<b>Des-09</b>	-88,5770	-61,3367	-112,0718	<b>Mei-13</b>	84,8214	65,9281	220,9749
<b>Jan-10</b>	53,2235	74,9353	-26,2508	<b>Jun-13</b>	111,2955	106,7769	302,4072
<b>Feb-10</b>	33,0276	101,2062	-8,8682	<b>Jul-13</b>	80,7518	33,4988	211,1011
<b>Mar-10</b>	122,9861	-7,4990	91,6366	<b>Agu-13</b>	-14,3538	6,8273	-28,9010
<b>Apr-10</b>	53,8581	131,7778	-28,6968	<b>Sep-13</b>	-50,3911	-3,7312	-28,5354
<b>Mei-10</b>	151,2870	145,9798	321,7263	<b>Okt-13</b>	-35,8547	-20,5067	-92,7605
<b>Jun-10</b>	43,0615	8,0749	69,4366	<b>Nov-13</b>	-53,8964	25,6159	-122,4494
<b>Jul-10</b>	58,0673	55,7733	208,4387	<b>Des-13</b>	42,4397	57,3683	45,9767
<b>Agu-10</b>	127,1894	27,6655	287,5665	<b>Jan-14</b>	165,2783	-32,8834	94,4274
<b>Sep-10</b>	196,3345	78,6571	393,2678	<b>Feb-14</b>	-54,9579	-6,9991	31,3051
<b>Okt-10</b>	107,2994	77,2491	33,7552	<b>Mar-14</b>	-18,6973	-42,1602	-44,5896
<b>Nov-10</b>	-25,9847	25,7887	-1,7567	<b>Apr-14</b>	-38,2583	58,9386	-9,0717
<b>Des-10</b>	25,3287	43,4721	95,9137	<b>Mei-14</b>	11,3999	-18,6363	-11,1238
<b>Jan-11</b>	-32,2411	-68,7143	-67,4121	<b>Jun-14</b>	64,8862	-25,1718	259,7334
<b>Feb-11</b>	-77,8687	-71,6330	-2,7769	<b>Jul-14</b>	21,3932	-4,0205	179,3994
<b>Mar-11</b>	16,6622	80,0271	23,7760	<b>Agu-14</b>	-7,6918	5,5036	-34,9239
<b>Apr-11</b>	71,1868	146,4432	65,2096	<b>Sep-14</b>	-49,2279	-5,8481	-56,4589

<b>Okt-14</b>	-78,2623	-29,7390	-183,1610	<b>Mei-16</b>	75,7923	69,7654	176,4965
<b>Nov-14</b>	-44,0266	-30,2902	99,0079	<b>Jun-16</b>	132,1136	46,7783	12,8646
<b>Des-14</b>	-31,4416	-26,0472	65,6871	<b>Jul-16</b>	142,8443	53,0017	12,6967
<b>Jan-15</b>	-34,1541	78,7453	-64,4332	<b>Agu-16</b>	58,8963	19,9782	177,2509
<b>Feb-15</b>	16,7664	43,4512	28,0864	<b>Sep-16</b>	176,3115	54,0323	13,4684
<b>Mar-15</b>	19,3984	16,6629	48,3646	<b>Okt-16</b>	214,0093	116,8983	33,7552
<b>Apr-15</b>	52,6221	54,8851	-25,5220	<b>Nov-16</b>	165,4203	52,8430	28,1330
<b>Mei-15</b>	-44,9276	-18,9833	-14,2474	<b>Des-16</b>	-3,1920	34,5197	-27,1296
<b>Jun-15</b>	-55,3094	-45,6583	-143,8769	<b>Jan-17</b>	31,8164	54,0501	48,1951
<b>Jul-15</b>	-37,8440	-10,2389	-59,9830	<b>Feb-17</b>	25,9547	-3,5847	30,7253
<b>Agu-15</b>	-27,1383	5,9571	-32,0060	<b>Mar-17</b>	-37,0774	-47,1863	-37,0951
<b>Sep-15</b>	-56,6774	-6,6852	-53,7091	<b>Apr-17</b>	3,0407	-13,5786	91,8745
<b>Okt-15</b>	-95,4325	-32,2203	-186,9447	<b>Mei-17</b>	-23,3142	34,8893	-67,0579
<b>Nov-15</b>	-72,3682	-42,6918	-138,1117	<b>Jun-17</b>	17,8505	27,2310	77,7773
<b>Des-15</b>	-76,7248	-59,4954	-5,7698	<b>Jul-17</b>	-5,8614	3,7798	-42,5476
<b>Jan-16</b>	-116,3777	-94,5063	-48,5125	<b>Agu-17</b>	-33,4201	5,7193	-53,2785
<b>Feb-16</b>	35,6385	101,1493	53,4852	<b>Sep-17</b>	-17,5288	1,9605	41,3591
<b>Mar-16</b>	-2,6182	-49,8989	51,0604	<b>Okt-17</b>	73,3089	0,6097	329,5870
<b>Apr-16</b>	47,9898	56,5588	81,3485	<b>Nov-17</b>	146,8039	111,9942	28,1330

**Lampiran 2.**Data Indeks IOD, El Niño Modoki, dan IOD+EMI Periode  
Januari 1981- November 2017.

<b>Bulan</b>	<b>IOD</b>	<b>EMI</b>	<b>IOD+EMI</b>	<b>Feb-84</b>	0,0361	-0,4241	-0,3880
<b>Jan-81</b>	-0,0198	0,3643	0,3445	<b>Mar-84</b>	0,0496	-0,5484	-0,4988
<b>Feb-81</b>	0,1509	0,0754	0,2263	<b>Apr-84</b>	0,2526	-0,6875	-0,4350
<b>Mar-81</b>	0,1860	0,1580	0,3440	<b>Mei-84</b>	-0,0804	-0,4172	-0,4976
<b>Apr-81</b>	0,2811	-0,1401	0,1410	<b>Jun-84</b>	-0,1366	-0,1847	-0,3213
<b>Mei-81</b>	0,1912	-0,2807	-0,0895	<b>Jul-84</b>	-0,0406	-0,1355	-0,1762
<b>Jun-81</b>	-0,0254	-0,4533	-0,4786	<b>Agu-84</b>	-0,1867	-0,3005	-0,4872
<b>Jul-81</b>	-0,2388	-0,5095	-0,7484	<b>Sep-84</b>	-0,2061	-0,1903	-0,3964
<b>Agu-81</b>	-0,3160	-0,2338	-0,5498	<b>Okt-84</b>	-0,2626	-0,3793	-0,6419
<b>Sep-81</b>	-0,3535	-0,1074	-0,4609	<b>Nov-84</b>	-0,1390	-0,6749	-0,8139
<b>Okt-81</b>	-0,2184	-0,0842	-0,3026	<b>Des-84</b>	-0,0441	-0,7677	-0,8118
<b>Nov-81</b>	-0,0539	-0,0443	-0,0982	<b>Jan-85</b>	-0,2781	-0,2049	-0,4830
<b>Des-81</b>	0,2128	0,0476	0,2604	<b>Feb-85</b>	-0,4431	-0,2543	-0,6975
<b>Jan-82</b>	0,3273	-0,1386	0,1887	<b>Mar-85</b>	-0,3701	-0,5516	-0,9218
<b>Feb-82</b>	0,3528	-0,0758	0,2770	<b>Apr-85</b>	-0,0062	-0,4073	-0,4134
<b>Mar-82</b>	0,2182	0,3053	0,5235	<b>Mei-85</b>	-0,0076	-0,1717	-0,1793
<b>Apr-82</b>	0,3127	0,4837	0,7964	<b>Jun-85</b>	-0,4088	-0,0901	-0,4989
<b>Mei-82</b>	0,4365	0,4292	0,8657	<b>Jul-85</b>	-0,0821	0,2027	0,1205
<b>Jun-82</b>	0,4672	0,5918	1,0590	<b>Agu-85</b>	-0,1506	0,2598	0,1092
<b>Jul-82</b>	0,5823	0,3343	0,9165	<b>Sep-85</b>	0,1538	0,2214	0,3753
<b>Agu-82</b>	0,5547	0,1593	0,7139	<b>Okt-85</b>	-0,1139	0,1251	0,0112
<b>Sep-82</b>	0,8292	-0,0514	0,7778	<b>Nov-85</b>	0,3467	0,1215	0,4682
<b>Okt-82</b>	0,9995	0,1725	1,1721	<b>Des-85</b>	-0,1887	0,0022	-0,1865
<b>Nov-82</b>	0,5501	-0,3000	0,2501	<b>Jan-86</b>	0,0728	-0,1481	-0,0753
<b>Des-82</b>	0,0660	-0,6237	-0,5577	<b>Feb-86</b>	0,0466	-0,1257	-0,0791
<b>Jan-83</b>	-0,2974	-0,4637	-0,7610	<b>Mar-86</b>	-0,0335	-0,0410	-0,0745
<b>Feb-83</b>	-0,4020	-0,3777	-0,7797	<b>Apr-86</b>	-0,0880	0,0446	-0,0434
<b>Mar-83</b>	-0,5812	-0,5532	-1,1345	<b>Mei-86</b>	0,0606	-0,0085	0,0522
<b>Apr-83</b>	-0,3522	-0,9812	-1,3334	<b>Jun-86</b>	-0,0658	0,2843	0,2185
<b>Mei-83</b>	0,1592	-1,0689	-0,9097	<b>Jul-86</b>	-0,2338	0,1703	-0,0635
<b>Jun-83</b>	0,5855	-1,4324	-0,8469	<b>Agu-86</b>	-0,1038	0,2823	0,1785
<b>Jul-83</b>	0,8398	-1,5225	-0,6827	<b>Sep-86</b>	0,2383	0,5391	0,7774
<b>Agu-83</b>	0,6491	-1,2898	-0,6408	<b>Okt-86</b>	0,3274	0,3470	0,6744
<b>Sep-83</b>	0,3237	-1,1739	-0,8503	<b>Nov-86</b>	0,0235	0,4237	0,4473
<b>Okt-83</b>	0,0986	-1,0422	-0,9436	<b>Des-86</b>	-0,0493	0,3376	0,2884
<b>Nov-83</b>	-0,0616	-0,8981	-0,9597	<b>Jan-87</b>	0,0965	0,3335	0,4300
<b>Des-83</b>	0,1333	-0,6070	-0,4738	<b>Feb-87</b>	0,2248	0,4213	0,6461
<b>Jan-84</b>	-0,0382	-0,4921	-0,5302	<b>Mar-87</b>	0,0242	0,3150	0,3392

<b>Apr-87</b>	0,0411	-0,0836	-0,0424
<b>Mei-87</b>	0,3835	-0,0906	0,2929
<b>Jun-87</b>	0,3191	0,2671	0,5862
<b>Jul-87</b>	0,5162	0,1895	0,7057
<b>Agu-87</b>	0,5922	0,1946	0,7868
<b>Sep-87</b>	0,7758	0,2224	0,9983
<b>Okt-87</b>	0,6294	0,2380	0,8674
<b>Nov-87</b>	0,2188	0,3604	0,5792
<b>Des-87</b>	0,3797	0,2495	0,6292
<b>Jan-88</b>	0,5320	0,3277	0,8597
<b>Feb-88</b>	0,0321	0,2596	0,2917
<b>Mar-88</b>	-0,1454	0,0467	-0,0987
<b>Apr-88</b>	0,0704	-0,1763	-0,1059
<b>Mei-88</b>	-0,2904	-0,3215	-0,6119
<b>Jun-88</b>	-0,0503	-0,1057	-0,1560
<b>Jul-88</b>	0,1710	-0,3190	-0,1481
<b>Agu-88</b>	0,0155	-0,4166	-0,4011
<b>Sep-88</b>	-0,0060	-0,5193	-0,5253
<b>Okt-88</b>	-0,1322	-1,0317	-1,1639
<b>Nov-88</b>	0,0977	-1,1648	-1,0672
<b>Des-88</b>	0,3934	-0,9285	-0,5352
<b>Jan-89</b>	-0,0902	-1,2907	-1,3809
<b>Feb-89</b>	0,1431	-1,2770	-1,1339
<b>Mar-89</b>	-0,1487	-0,9688	-1,1174
<b>Apr-89</b>	-0,2780	-0,8082	-1,0862
<b>Mei-89</b>	-0,3731	-0,3688	-0,7419
<b>Jun-89</b>	-0,5588	-0,5162	-1,0750
<b>Jul-89</b>	-0,1221	-0,4872	-0,6094
<b>Agu-89</b>	-0,0067	-0,4850	-0,4917
<b>Sep-89</b>	0,1713	-0,2107	-0,0394
<b>Okt-89</b>	-0,0249	-0,2276	-0,2525
<b>Nov-89</b>	-0,0668	-0,0200	-0,0868
<b>Des-89</b>	0,0607	0,1486	0,2093
<b>Jan-90</b>	0,0756	0,2350	0,3106
<b>Feb-90</b>	-0,1075	0,0907	-0,0168
<b>Mar-90</b>	0,0232	0,2838	0,3070
<b>Apr-90</b>	-0,1888	0,1182	-0,0707
<b>Mei-90</b>	-0,1328	0,1209	-0,0119
<b>Jun-90</b>	-0,3540	0,0670	-0,2870
<b>Jul-90</b>	0,0647	0,3793	0,4440
<b>Agu-90</b>	-0,0873	0,3861	0,2988

<b>Sep-90</b>	0,2073	0,4484	0,6557
<b>Okt-90</b>	0,0384	0,6735	0,7119
<b>Nov-90</b>	0,1772	0,6523	0,8295
<b>Des-90</b>	0,2314	0,7496	0,9810
<b>Jan-91</b>	0,2398	0,7288	0,9687
<b>Feb-91</b>	0,0767	0,5863	0,6630
<b>Mar-91</b>	0,1227	0,4743	0,5970
<b>Apr-91</b>	0,4760	0,7584	1,2344
<b>Mei-91</b>	0,5880	0,5629	1,1509
<b>Jun-91</b>	0,4675	0,4901	0,9576
<b>Jul-91</b>	0,5740	0,2748	0,8488
<b>Agu-91</b>	0,3501	0,5540	0,9042
<b>Sep-91</b>	0,4802	0,4848	0,9650
<b>Okt-91</b>	0,3390	0,7607	1,0997
<b>Nov-91</b>	0,3014	0,5814	0,8828
<b>Des-91</b>	0,2959	0,6715	0,9674
<b>Jan-92</b>	-0,1459	0,4000	0,2541
<b>Feb-92</b>	-0,2127	0,4075	0,1948
<b>Mar-92</b>	-0,5103	0,2630	-0,2473
<b>Apr-92</b>	-0,3582	-0,0086	-0,3668
<b>Mei-92</b>	-0,3316	-0,0512	-0,3828
<b>Jun-92</b>	-0,6430	0,1697	-0,4733
<b>Jul-92</b>	-0,1604	0,5432	0,3828
<b>Agu-92</b>	-0,4633	0,2902	-0,1732
<b>Sep-92</b>	-0,4410	0,3656	-0,0754
<b>Okt-92</b>	-0,2446	0,2199	-0,0247
<b>Nov-92</b>	-0,1263	0,3310	0,2047
<b>Des-92</b>	-0,0878	0,4141	0,3263
<b>Jan-93</b>	-0,0204	0,4711	0,4507
<b>Feb-93</b>	0,2115	0,2657	0,4771
<b>Mar-93</b>	-0,1357	0,1101	-0,0256
<b>Apr-93</b>	0,0089	0,1620	0,1709
<b>Mei-93</b>	0,1881	0,0976	0,2857
<b>Jun-93</b>	0,1047	0,1261	0,2308
<b>Jul-93</b>	0,1574	0,2892	0,4466
<b>Agu-93</b>	-0,0085	0,2966	0,2881
<b>Sep-93</b>	0,2150	0,4211	0,6360
<b>Okt-93</b>	0,2205	0,3886	0,6091
<b>Nov-93</b>	0,1160	0,3733	0,4893
<b>Des-93</b>	0,0186	0,4055	0,4241
<b>Jan-94</b>	0,2031	0,2018	0,4049

<b>Feb-94</b>	0,0375	0,1092	0,1467
<b>Mar-94</b>	0,3568	0,3468	0,7036
<b>Apr-94</b>	0,5326	0,4542	0,9867
<b>Mei-94</b>	0,7478	0,3980	1,1458
<b>Jun-94</b>	0,6358	0,5018	1,1376
<b>Jul-94</b>	0,8580	0,7881	1,6460
<b>Agu-94</b>	1,0973	1,0877	2,1849
<b>Sep-94</b>	0,9126	0,7759	1,6885
<b>Okt-94</b>	1,0732	0,6169	1,6901
<b>Nov-94</b>	0,5550	0,6460	1,2009
<b>Des-94</b>	0,4903	0,5251	1,0154
<b>Jan-95</b>	0,3159	0,4672	0,7831
<b>Feb-95</b>	0,3368	0,5300	0,8668
<b>Mar-95</b>	0,1128	0,7178	0,8305
<b>Apr-95</b>	-0,0236	0,6897	0,6661
<b>Mei-95</b>	-0,0355	0,5737	0,5383
<b>Jun-95</b>	0,1362	0,4255	0,5617
<b>Jul-95</b>	0,1462	0,2021	0,3483
<b>Agu-95</b>	0,1613	0,1518	0,3131
<b>Sep-95</b>	0,2135	0,0726	0,2861
<b>Okt-95</b>	0,0203	-0,1369	-0,1166
<b>Nov-95</b>	-0,0183	-0,2612	-0,2795
<b>Des-95</b>	0,3197	-0,1667	0,1530
<b>Jan-96</b>	0,1603	-0,1894	-0,0291
<b>Feb-96</b>	0,1550	-0,2468	-0,0918
<b>Mar-96</b>	0,0870	-0,3013	-0,2143
<b>Apr-96</b>	-0,1660	0,0370	-0,1289
<b>Mei-96</b>	-0,0471	-0,1509	-0,1980
<b>Jun-96</b>	-0,1779	0,1220	-0,0558
<b>Jul-96</b>	-0,3247	-0,1463	-0,4711
<b>Agu-96</b>	-0,3739	-0,3235	-0,6974
<b>Sep-96</b>	-0,3178	-0,2345	-0,5524
<b>Okt-96</b>	-0,7196	-0,1014	-0,8210
<b>Nov-96</b>	-0,5189	0,0676	-0,4513
<b>Des-96</b>	-0,1842	0,2446	0,0604
<b>Jan-97</b>	0,0788	0,2755	0,3543
<b>Feb-97</b>	0,2571	0,1410	0,3981
<b>Mar-97</b>	0,2054	-0,1079	0,0975
<b>Apr-97</b>	0,2456	0,1012	0,3468
<b>Mei-97</b>	0,2432	-0,1179	0,1254
<b>Jun-97</b>	0,2980	-0,5685	-0,2705

<b>Jul-97</b>	0,7630	-0,4884	0,2746
<b>Agu-97</b>	0,9340	-0,5115	0,4225
<b>Sep-97</b>	1,1523	-0,4545	0,6978
<b>Okt-97</b>	1,2495	-0,6586	0,5909
<b>Nov-97</b>	1,5367	-0,5613	0,9755
<b>Des-97</b>	1,0869	-0,9716	0,1153
<b>Jan-98</b>	0,6963	-0,4913	0,2050
<b>Feb-98</b>	0,6049	-0,5212	0,0837
<b>Mar-98</b>	0,1171	-0,7479	-0,6308
<b>Apr-98</b>	0,2491	-0,9620	-0,7129
<b>Mei-98</b>	0,3585	-1,0146	-0,6561
<b>Jun-98</b>	0,3657	-1,0626	-0,6969
<b>Jul-98</b>	-0,0562	-1,1798	-1,2360
<b>Agu-98</b>	-0,2587	-1,2852	-1,5439
<b>Sep-98</b>	-0,0904	-1,0677	-1,1581
<b>Okt-98</b>	-0,3462	-1,1696	-1,5158
<b>Nov-98</b>	-0,3715	-1,1740	-1,5456
<b>Des-98</b>	-0,1011	-1,1969	-1,2981
<b>Jan-99</b>	0,0621	-1,2955	-1,2334
<b>Feb-99</b>	0,1551	-1,4569	-1,3018
<b>Mar-99</b>	0,2761	-1,2139	-0,9378
<b>Apr-99</b>	0,1949	-0,7066	-0,5117
<b>Mei-99</b>	0,0343	-0,6915	-0,6572
<b>Jun-99</b>	0,0771	-0,5580	-0,4809
<b>Jul-99</b>	0,4244	-0,5467	-0,1224
<b>Agu-99</b>	0,3211	-0,5839	-0,2628
<b>Sep-99</b>	0,3406	-0,3926	-0,0520
<b>Okt-99</b>	0,1924	-0,4851	-0,2927
<b>Nov-99</b>	0,1604	-0,5771	-0,4167
<b>Des-99</b>	0,0842	-0,7870	-0,7028
<b>Jan-00</b>	0,0617	-0,9139	-0,8521
<b>Feb-00</b>	0,1764	-1,2344	-1,0579
<b>Mar-00</b>	0,3099	-1,1378	-0,8278
<b>Apr-00</b>	0,3447	-1,1668	-0,8221
<b>Mei-00</b>	0,3323	-0,8308	-0,4985
<b>Jun-00</b>	0,1961	-0,2952	-0,0991
<b>Jul-00</b>	0,3977	-0,1398	0,2580
<b>Agu-00</b>	0,4400	-0,2165	0,2235
<b>Sep-00</b>	0,3023	-0,2598	0,0425
<b>Okt-00</b>	0,2372	-0,3273	-0,0901
<b>Nov-00</b>	-0,0318	-0,3456	-0,3774

<b>Des-00</b>	-0,0143	-0,6635	-0,6778
<b>Jan-01</b>	-0,2455	-0,7050	-0,9505
<b>Feb-01</b>	0,1654	-0,8413	-0,6760
<b>Mar-01</b>	0,1502	-0,9782	-0,8280
<b>Apr-01</b>	0,3339	-0,7281	-0,3942
<b>Mei-01</b>	0,3526	-0,2314	0,1213
<b>Jun-01</b>	0,3409	-0,0374	0,3035
<b>Jul-01</b>	0,1783	0,2241	0,4025
<b>Agu-01</b>	0,0057	0,2501	0,2558
<b>Sep-01</b>	0,1651	0,4756	0,6407
<b>Okt-01</b>	-0,0655	0,2481	0,1826
<b>Nov-01</b>	0,0298	0,2412	0,2709
<b>Des-01</b>	0,1736	0,0890	0,2626
<b>Jan-02</b>	0,0398	0,3454	0,3851
<b>Feb-02</b>	0,0895	0,1123	0,2018
<b>Mar-02</b>	0,1730	-0,1692	0,0038
<b>Apr-02</b>	-0,1559	0,0235	-0,1324
<b>Mei-02</b>	-0,1123	0,0769	-0,0353
<b>Jun-02</b>	0,0259	0,5217	0,5477
<b>Jul-02</b>	0,0571	0,5594	0,6165
<b>Agu-02</b>	0,0908	0,6337	0,7245
<b>Sep-02</b>	0,6739	0,5791	1,2530
<b>Okt-02</b>	0,7779	0,4233	1,2012
<b>Nov-02</b>	0,3622	0,3670	0,7293
<b>Des-02</b>	0,0678	0,2973	0,3651
<b>Jan-03</b>	-0,0634	0,4870	0,4236
<b>Feb-03</b>	0,2019	0,4664	0,6683
<b>Mar-03</b>	0,1204	0,5901	0,7105
<b>Apr-03</b>	0,0949	0,4114	0,5063
<b>Mei-03</b>	0,0530	0,2863	0,3393
<b>Jun-03</b>	0,3505	0,3180	0,6685
<b>Jul-03</b>	0,4439	0,1365	0,5804
<b>Agu-03</b>	0,4072	0,0170	0,4242
<b>Sep-03</b>	0,3292	0,2587	0,5879
<b>Okt-03</b>	0,1393	0,2057	0,3450
<b>Nov-03</b>	0,1083	0,1357	0,2440
<b>Des-03</b>	0,4098	0,0444	0,4542
<b>Jan-04</b>	0,2250	0,1215	0,3465
<b>Feb-04</b>	0,2959	-0,0227	0,2732
<b>Mar-04</b>	0,2487	-0,1827	0,0660
<b>Apr-04</b>	0,1165	-0,0136	0,1029

<b>Mei-04</b>	-0,3446	0,3277	-0,0169
<b>Jun-04</b>	-0,1748	0,4597	0,2849
<b>Jul-04</b>	0,0148	0,5932	0,6080
<b>Agu-04</b>	0,1660	0,7033	0,8693
<b>Sep-04</b>	0,2829	0,7053	0,9882
<b>Okt-04</b>	0,3746	0,6869	1,0615
<b>Nov-04</b>	0,1080	0,4651	0,5732
<b>Des-04</b>	0,0931	0,3663	0,4594
<b>Jan-05</b>	0,0544	0,5689	0,6233
<b>Feb-05</b>	-0,3735	0,5180	0,1445
<b>Mar-05</b>	-0,2677	0,5015	0,2338
<b>Apr-05</b>	0,2781	0,2916	0,5697
<b>Mei-05</b>	0,1832	0,0701	0,2534
<b>Jun-05</b>	0,0362	0,1247	0,1610
<b>Jul-05</b>	-0,0650	-0,1519	-0,2170
<b>Agu-05</b>	-0,0411	-0,0795	-0,1206
<b>Sep-05</b>	-0,1421	0,2521	0,1100
<b>Okt-05</b>	-0,0516	0,2482	0,1966
<b>Nov-05</b>	-0,0001	0,5593	0,5592
<b>Des-05</b>	-0,0654	0,4248	0,3595
<b>Jan-06</b>	0,0554	-0,3189	-0,2635
<b>Feb-06</b>	-0,1170	-0,8725	-0,9896
<b>Mar-06</b>	-0,0598	-0,5146	-0,5744
<b>Apr-06</b>	0,1815	-0,1541	0,0274
<b>Mei-06</b>	0,0054	-0,0767	-0,0713
<b>Jun-06</b>	0,1519	0,0652	0,2171
<b>Jul-06</b>	0,3520	0,1120	0,4640
<b>Agu-06</b>	0,5276	0,2596	0,7872
<b>Sep-06</b>	0,8092	0,1954	1,0046
<b>Okt-06</b>	0,9478	0,3536	1,3014
<b>Nov-06</b>	0,7631	0,3523	1,1154
<b>Des-06</b>	0,3946	0,2767	0,6713
<b>Jan-07</b>	0,4020	0,1105	0,5125
<b>Feb-07</b>	0,3334	0,0308	0,3641
<b>Mar-07</b>	0,2756	0,2290	0,5046
<b>Apr-07</b>	0,2913	0,3012	0,5924
<b>Mei-07</b>	0,4848	0,1990	0,6837
<b>Jun-07</b>	0,2460	0,2371	0,4831
<b>Jul-07</b>	0,3658	0,0823	0,4482
<b>Agu-07</b>	0,5406	0,1899	0,7305
<b>Sep-07</b>	0,6255	0,0591	0,6846



<b>Okt-07</b>	0,4539	-0,1065	0,3473
<b>Nov-07</b>	0,2495	-0,2207	0,0288
<b>Des-07</b>	0,0059	-0,4679	-0,4620
<b>Jan-08</b>	0,3031	-0,8909	-0,5879
<b>Feb-08</b>	0,1147	-1,3102	-1,1955
<b>Mar-08</b>	0,2694	-1,2360	-0,9666
<b>Apr-08</b>	0,0419	-1,0190	-0,9770
<b>Mei-08</b>	0,3969	-0,7841	-0,3872
<b>Jun-08</b>	0,4279	-0,6708	-0,2430
<b>Jul-08</b>	0,5587	-0,6351	-0,0764
<b>Agu-08</b>	0,4246	-0,7507	-0,3261
<b>Sep-08</b>	0,4765	-0,6177	-0,1412
<b>Okt-08</b>	0,4126	-0,5651	-0,1525
<b>Nov-08</b>	0,1480	-0,5959	-0,4479
<b>Des-08</b>	0,1760	-0,7947	-0,6188
<b>Jan-09</b>	0,2178	-0,7252	-0,5074
<b>Feb-09</b>	0,3502	-0,6840	-0,3338
<b>Mar-09</b>	0,2644	-0,3728	-0,1084
<b>Apr-09</b>	0,3186	-0,4134	-0,0948
<b>Mei-09</b>	0,4706	-0,1836	0,2869
<b>Jun-09</b>	0,3093	-0,1195	0,1898
<b>Jul-09</b>	0,1209	-0,0744	0,0465
<b>Agu-09</b>	0,2008	0,1140	0,3148
<b>Sep-09</b>	0,2817	0,3222	0,6039
<b>Okt-09</b>	0,3645	0,5978	0,9623
<b>Nov-09</b>	0,1920	0,8619	1,0539
<b>Des-09</b>	0,3841	0,7772	1,1613
<b>Jan-10</b>	0,4726	0,8799	1,3525
<b>Feb-10</b>	0,2115	0,6617	0,8732
<b>Mar-10</b>	0,6284	0,5626	1,1910
<b>Apr-10</b>	0,5596	0,1997	0,7593
<b>Mei-10</b>	0,1830	-0,2144	-0,0314
<b>Jun-10</b>	0,0695	-0,2980	-0,2285
<b>Jul-10</b>	0,3141	-0,4000	-0,0859
<b>Agu-10</b>	0,2481	-0,6514	-0,4032
<b>Sep-10</b>	0,1262	-0,7704	-0,6442
<b>Okt-10</b>	-0,0530	-0,7809	-0,8339
<b>Nov-10</b>	-0,2127	-0,8464	-1,0591
<b>Des-10</b>	0,0238	-0,9310	-0,9072
<b>Jan-11</b>	0,3732	-1,0494	-0,6762
<b>Feb-11</b>	0,4209	-1,1301	-0,7092

<b>Mar-11</b>	0,5377	-0,6471	-0,1094
<b>Apr-11</b>	0,3521	-0,6271	-0,2749
<b>Mei-11</b>	0,1262	-0,5718	-0,4456
<b>Jun-11</b>	0,2658	-0,5008	-0,2351
<b>Jul-11</b>	0,5385	-0,3645	0,1740
<b>Agu-11</b>	0,6499	-0,4460	0,2039
<b>Sep-11</b>	0,5888	-0,2756	0,3132
<b>Okt-11</b>	0,7374	-0,4185	0,3190
<b>Nov-11</b>	0,6010	-0,5585	0,0426
<b>Des-11</b>	0,0995	-0,8994	-0,7999
<b>Jan-12</b>	0,2265	-0,7733	-0,5468
<b>Feb-12</b>	0,1029	-1,0181	-0,9151
<b>Mar-12</b>	0,1955	-0,7158	-0,5202
<b>Apr-12</b>	-0,0644	-0,5815	-0,6458
<b>Mei-12</b>	-0,1216	-0,5917	-0,7133
<b>Jun-12</b>	0,2223	-0,5660	-0,3437
<b>Jul-12</b>	0,8615	-0,4796	0,3819
<b>Agu-12</b>	0,9483	0,0316	0,9799
<b>Sep-12</b>	0,8423	0,1207	0,9630
<b>Okt-12</b>	0,4927	0,3364	0,8291
<b>Nov-12</b>	0,1690	0,3016	0,4706
<b>Des-12</b>	0,4904	0,1120	0,6024
<b>Jan-13</b>	0,1183	0,0899	0,2082
<b>Feb-13</b>	0,3751	-0,2840	0,0911
<b>Mar-13</b>	0,2462	-0,4070	-0,1608
<b>Apr-13</b>	-0,1021	-0,0601	-0,1622
<b>Mei-13</b>	-0,2905	0,1153	-0,1752
<b>Jun-13</b>	-0,2869	0,2338	-0,0531
<b>Jul-13</b>	0,1277	0,1355	0,2632
<b>Agu-13</b>	0,1047	0,1658	0,2705
<b>Sep-13</b>	0,0851	0,0731	0,1582
<b>Okt-13</b>	0,2224	-0,0479	0,1744
<b>Nov-13</b>	0,4618	0,1858	0,6477
<b>Des-13</b>	0,3705	-0,1438	0,2267
<b>Jan-14</b>	0,0886	-0,2672	-0,1786
<b>Feb-14</b>	0,0945	0,2372	0,3317
<b>Mar-14</b>	0,0139	0,2342	0,2481
<b>Apr-14</b>	0,1364	0,1566	0,2930
<b>Mei-14</b>	0,1212	-0,0364	0,0849
<b>Jun-14</b>	0,1867	-0,2387	-0,0520
<b>Jul-14</b>	-0,0442	-0,2463	-0,2906

<b>Agu-14</b>	-0,0702	-0,0874	-0,1577
<b>Sep-14</b>	0,2461	0,2602	0,5062
<b>Okt-14</b>	0,5055	0,2641	0,7696
<b>Nov-14</b>	0,2757	0,3425	0,6183
<b>Des-14</b>	0,2682	0,2720	0,5402
<b>Jan-15</b>	0,0764	0,4779	0,5543
<b>Feb-15</b>	-0,1628	0,7283	0,5656
<b>Mar-15</b>	-0,0756	0,5844	0,5087
<b>Apr-15</b>	0,1872	0,5469	0,7340
<b>Mei-15</b>	0,4534	0,2051	0,6585
<b>Jun-15</b>	0,5022	0,1257	0,6280
<b>Jul-15</b>	0,5347	0,1975	0,7322
<b>Agu-15</b>	0,8634	0,3700	1,2334
<b>Sep-15</b>	0,6770	0,1726	0,8496
<b>Okt-15</b>	0,8611	0,2364	1,0975
<b>Nov-15</b>	0,6024	0,5283	1,1307
<b>Des-15</b>	0,4924	0,3566	0,8490
<b>Jan-16</b>	0,4376	0,2038	0,6414
<b>Feb-16</b>	0,0686	0,3971	0,4657
<b>Mar-16</b>	0,1611	0,1786	0,3397

<b>Apr-16</b>	0,3413	0,2840	0,6254
<b>Mei-16</b>	0,1060	0,0354	0,1414
<b>Jun-16</b>	-0,2222	-0,1539	-0,3762
<b>Jul-16</b>	-0,4269	-0,1533	-0,5802
<b>Agu-16</b>	-0,1380	-0,2709	-0,4089
<b>Sep-16</b>	-0,0457	-0,5300	-0,5757
<b>Okt-16</b>	0,0196	-0,5961	-0,5764
<b>Nov-16</b>	-0,0894	-0,5344	-0,6238
<b>Des-16</b>	-0,0724	-0,3592	-0,4316
<b>Jan-17</b>	0,0986	-0,5112	-0,4125
<b>Feb-17</b>	0,2857	-0,5808	-0,2950
<b>Mar-17</b>	0,5285	-0,6793	-0,1508
<b>Apr-17</b>	0,7040	-0,3148	0,3892
<b>Mei-17</b>	0,7528	-0,1741	0,5786
<b>Jun-17</b>	0,6351	0,0628	0,6979
<b>Jul-17</b>	0,8280	0,1160	0,9439
<b>Agu-17</b>	0,6457	0,0421	0,6877
<b>Sep-17</b>	0,4203	0,2099	0,6302
<b>Okt-17</b>	0,3964	0,1637	0,5601
<b>Nov-17</b>	0,5503	0,1680	0,7183

**Lampiran 3.**Data Asli, Nilsa Prakiraan, dan Galat Periode Januari 1981 - Desember 2016.

<b>Bulan</b>	<b>IOD+EMI (Asli)</b>	<b>Model</b>	<b>Galat</b>	<b>Des-83</b>	<b>-0,4738</b>	<b>-0,9045</b>	<b>0,4307</b>
<b>Jan-81</b>	0,3445			<b>Jan-84</b>	-0,5302	-0,4854	-0,0449
<b>Feb-81</b>	0,2263			<b>Feb-84</b>	-0,3880	-0,4799	0,0918
<b>Mar-81</b>	0,3440			<b>Mar-84</b>	-0,4988	-0,3520	-0,1468
<b>Apr-81</b>	0,1410			<b>Apr-84</b>	-0,4350	-0,4891	0,0541
<b>Mei-81</b>	-0,0895			<b>Mei-84</b>	-0,4976	-0,4763	-0,0213
<b>Jun-81</b>	-0,4786	-0,0520	-0,4266	<b>Jun-84</b>	-0,3213	-0,4874	0,1660
<b>Jul-81</b>	-0,7484	-0,5335	-0,2148	<b>Jul-84</b>	-0,1762	-0,3320	0,1559
<b>Agu-81</b>	-0,5498	-0,8773	0,3276	<b>Agu-84</b>	-0,4872	-0,1992	-0,2880
<b>Sep-81</b>	-0,4609	-0,5176	0,0567	<b>Sep-84</b>	-0,3964	-0,4921	0,0957
<b>Okt-81</b>	-0,3026	-0,4579	0,1554	<b>Okt-84</b>	-0,6419	-0,4026	-0,2394
<b>Nov-81</b>	-0,0982	-0,3492	0,2510	<b>Nov-84</b>	-0,8139	-0,6541	-0,1598
<b>Des-81</b>	0,2604	-0,0625	0,3229	<b>Des-84</b>	-0,8118	-0,8363	0,0245
<b>Jan-82</b>	0,1887	0,2032	-0,0145	<b>Jan-85</b>	-0,4830	-0,7581	0,2751
<b>Feb-82</b>	0,2770	0,0909	0,1861	<b>Feb-85</b>	-0,6975	-0,4799	-0,2176
<b>Mar-82</b>	0,5235	0,2258	0,2977	<b>Mar-85</b>	-0,9218	-0,6855	-0,2363
<b>Apr-82</b>	0,7964	0,4273	0,3691	<b>Apr-85</b>	-0,4134	-0,8537	0,4403
<b>Mei-82</b>	0,8657	0,6225	0,2433	<b>Mei-85</b>	-0,1793	-0,3921	0,2129
<b>Jun-82</b>	1,0590	0,7543	0,3048	<b>Jun-85</b>	-0,4989	-0,2314	-0,2675
<b>Jul-82</b>	0,9165	0,9258	-0,0093	<b>Jul-85</b>	0,1205	-0,4765	0,5970
<b>Agu-82</b>	0,7139	0,7190	-0,0051	<b>Agu-85</b>	0,1092	0,1542	-0,0450
<b>Sep-82</b>	0,7778	0,5370	0,2408	<b>Sep-85</b>	0,3753	0,0184	0,3569
<b>Okt-82</b>	1,1721	0,6308	0,5413	<b>Okt-85</b>	0,0112	0,2583	-0,2470
<b>Nov-82</b>	0,2501	0,9619	-0,7118	<b>Nov-85</b>	0,4682	0,0491	0,4190
<b>Des-82</b>	-0,5577	0,1097	-0,6674	<b>Des-85</b>	-0,1865	0,3228	-0,5093
<b>Jan-83</b>	-0,7610	-0,6170	-0,1440	<b>Jan-86</b>	-0,0753	-0,2866	0,2113
<b>Feb-83</b>	-0,7797	-0,8270	0,0473	<b>Feb-86</b>	-0,0791	-0,1226	0,0435
<b>Mar-83</b>	-1,1345	-0,8998	-0,2346	<b>Mar-86</b>	-0,0745	-0,1093	0,0348
<b>Apr-83</b>	-1,3334	-1,0677	-0,2657	<b>Apr-86</b>	-0,0434	-0,2047	0,1613
<b>Mei-83</b>	-0,9097	-1,1871	0,2774	<b>Mei-86</b>	0,0522	-0,0413	0,0935
<b>Jun-83</b>	-0,8469	-0,8925	0,0456	<b>Jun-86</b>	0,2185	0,0300	0,1885
<b>Jul-83</b>	-0,6827	-0,8159	0,1332	<b>Jul-86</b>	-0,0635	0,1005	-0,1639
<b>Agu-83</b>	-0,6408	-0,5800	-0,0607	<b>Agu-86</b>	0,1785	-0,0984	0,2769
<b>Sep-83</b>	-0,8503	-0,5724	-0,2779	<b>Sep-86</b>	0,7774	0,1327	0,6447
<b>Okt-83</b>	-0,9436	-0,8626	-0,0810	<b>Okt-86</b>	0,6744	0,6517	0,0227
<b>Nov-83</b>	-0,9597	-0,8950	-0,0647	<b>Nov-86</b>	0,4473	0,5555	-0,1082
				<b>Des-86</b>	0,2884	0,3908	-0,1024

<b>Jan-87</b>	0,4300	0,1879	0,2421	<b>Jun-90</b>	-0,2870	-0,0870	-0,2000
<b>Feb-87</b>	0,6461	0,2391	0,4070	<b>Jul-90</b>	0,4440	-0,2614	0,7054
<b>Mar-87</b>	0,3392	0,5402	-0,2010	<b>Agu-90</b>	0,2988	0,3263	-0,0275
<b>Apr-87</b>	-0,0424	0,2796	-0,3220	<b>Sep-90</b>	0,6557	0,2506	0,4050
<b>Mei-87</b>	0,2929	-0,1377	0,4306	<b>Okt-90</b>	0,7119	0,6019	0,1100
<b>Jun-87</b>	0,5862	0,1938	0,3924	<b>Nov-90</b>	0,8295	0,6420	0,1875
<b>Jul-87</b>	0,7057	0,4665	0,2392	<b>Des-90</b>	0,9810	0,6507	0,3304
<b>Agu-87</b>	0,7868	0,6007	0,1861	<b>Jan-91</b>	0,9687	0,8685	0,1002
<b>Sep-87</b>	0,9983	0,7326	0,2656	<b>Feb-91</b>	0,6630	0,8363	-0,1733
<b>Okt-87</b>	0,8674	0,8419	0,0254	<b>Mar-91</b>	0,5970	0,4941	0,1029
<b>Nov-87</b>	0,5792	0,6801	-0,1009	<b>Apr-91</b>	1,2344	0,4749	0,7595
<b>Des-87</b>	0,6292	0,4643	0,1649	<b>Mei-91</b>	1,1509	1,0741	0,0768
<b>Jan-88</b>	0,8597	0,4972	0,3625	<b>Jun-91</b>	0,9576	0,9693	-0,0117
<b>Feb-88</b>	0,2917	0,6745	-0,3827	<b>Jul-91</b>	0,8488	0,8389	0,0099
<b>Mar-88</b>	-0,0987	0,1859	-0,2845	<b>Agu-91</b>	0,9042	0,7412	0,1629
<b>Apr-88</b>	-0,1059	-0,1503	0,0444	<b>Sep-91</b>	0,9650	0,6676	0,2974
<b>Mei-88</b>	-0,6119	-0,1937	-0,4181	<b>Okt-91</b>	1,0997	0,8023	0,2974
<b>Jun-88</b>	-0,1560	-0,7026	0,5466	<b>Nov-91</b>	0,8828	1,0011	-0,1184
<b>Jul-88</b>	-0,1481	-0,1530	0,0049	<b>Des-91</b>	0,9674	0,7200	0,2473
<b>Agu-88</b>	-0,4011	-0,1173	-0,2838	<b>Jan-92</b>	0,2541	0,7993	-0,5451
<b>Sep-88</b>	-0,5253	-0,4645	-0,0608	<b>Feb-92</b>	0,1948	0,1613	0,0336
<b>Okt-88</b>	-1,1639	-0,4649	-0,6990	<b>Mar-92</b>	-0,2473	0,0549	-0,3022
<b>Nov-88</b>	-1,0672	-1,1327	0,0656	<b>Apr-92</b>	-0,3668	-0,3034	-0,0634
<b>Des-88</b>	-0,5352	-1,0961	0,5609	<b>Mei-92</b>	-0,3828	-0,4258	0,0430
<b>Jan-89</b>	-1,3809	-0,4479	-0,9330	<b>Jun-92</b>	-0,4733	-0,3680	-0,1053
<b>Feb-89</b>	-1,1339	-1,2964	0,1625	<b>Jul-92</b>	0,3828	-0,4662	0,8489
<b>Mar-89</b>	-1,1174	-1,0470	-0,0704	<b>Agu-92</b>	-0,1732	0,3601	-0,5333
<b>Apr-89</b>	-1,0862	-0,9834	-0,1027	<b>Sep-92</b>	-0,0754	-0,1488	0,0734
<b>Mei-89</b>	-0,7419	-1,1044	0,3624	<b>Okt-92</b>	-0,0247	-0,1057	0,0810
<b>Jun-89</b>	-1,0750	-0,6042	-0,4708	<b>Nov-92</b>	0,2047	-0,0077	0,2124
<b>Jul-89</b>	-0,6094	-0,9411	0,3318	<b>Des-92</b>	0,3263	0,0856	0,2407
<b>Agu-89</b>	-0,4917	-0,6291	0,1374	<b>Jan-93</b>	0,4507	0,3040	0,1467
<b>Sep-89</b>	-0,0394	-0,4088	0,3694	<b>Feb-93</b>	0,4771	0,4480	0,0292
<b>Okt-89</b>	-0,2525	-0,0345	-0,2180	<b>Mar-93</b>	-0,0256	0,3707	-0,3963
<b>Nov-89</b>	-0,0868	-0,2374	0,1506	<b>Apr-93</b>	0,1709	-0,0920	0,2629
<b>Des-89</b>	0,2093	-0,0985	0,3078	<b>Mei-93</b>	0,2857	0,1295	0,1562
<b>Jan-90</b>	0,3106	0,1676	0,1430	<b>Jun-93</b>	0,2308	0,2024	0,0284
<b>Feb-90</b>	-0,0168	0,2186	-0,2354	<b>Jul-93</b>	0,4466	0,1454	0,3012
<b>Mar-90</b>	0,3070	-0,0366	0,3436	<b>Agu-93</b>	0,2881	0,4506	-0,1625
<b>Apr-90</b>	-0,0707	0,2571	-0,3277	<b>Sep-93</b>	0,6360	0,2222	0,4138
<b>Mei-90</b>	-0,0119	-0,1676	0,1557	<b>Okt-93</b>	0,6091	0,5047	0,1044

<b>Nov-93</b>	0,4893	0,5725	-0,0832	<b>Apr-97</b>	0,3468	0,1118	0,2350
<b>Des-93</b>	0,4241	0,3881	0,0360	<b>Mei-97</b>	0,1254	0,2386	-0,1132
<b>Jan-94</b>	0,4049	0,3353	0,0696	<b>Jun-97</b>	-0,2705	0,0741	-0,3445
<b>Feb-94</b>	0,1467	0,3238	-0,1771	<b>Jul-97</b>	0,2746	-0,2715	0,5461
<b>Mar-94</b>	0,7036	0,0584	0,6451	<b>Agu-97</b>	0,4225	0,2575	0,1650
<b>Apr-94</b>	0,9867	0,6250	0,3617	<b>Sep-97</b>	0,6978	0,3599	0,3379
<b>Mei-94</b>	1,1458	0,9047	0,2410	<b>Okt-97</b>	0,5909	0,6393	-0,0484
<b>Jun-94</b>	1,1376	1,0079	0,1297	<b>Nov-97</b>	0,9755	0,6095	0,3660
<b>Jul-94</b>	1,6460	1,0551	0,5909	<b>Des-97</b>	0,1153	0,8409	-0,7256
<b>Agu-94</b>	2,1849	1,4584	0,7265	<b>Jan-98</b>	0,2050	0,0246	0,1804
<b>Sep-94</b>	1,6885	1,9290	-0,2405	<b>Feb-98</b>	0,0837	0,1536	-0,0699
<b>Okt-94</b>	1,6901	1,5014	0,1887	<b>Mar-98</b>	-0,6308	0,0479	-0,6787
<b>Nov-94</b>	1,2009	1,4962	-0,2953	<b>Apr-98</b>	-0,7129	-0,7136	0,0007
<b>Des-94</b>	1,0154	0,9611	0,0543	<b>Mei-98</b>	-0,6561	-0,6231	-0,0330
<b>Jan-95</b>	0,7831	0,7503	0,0328	<b>Jun-98</b>	-0,6969	-0,5927	-0,1042
<b>Feb-95</b>	0,8668	0,6784	0,1884	<b>Jul-98</b>	-1,2360	-0,7274	-0,5086
<b>Mar-95</b>	0,8305	0,7143	0,1162	<b>Agu-98</b>	-1,5439	-1,0606	-0,4833
<b>Apr-95</b>	0,6661	0,6860	-0,0199	<b>Sep-98</b>	-1,1581	-1,3842	0,2261
<b>Mei-95</b>	0,5383	0,5887	-0,0504	<b>Okt-98</b>	-1,5158	-1,1172	-0,3985
<b>Jun-95</b>	0,5617	0,4488	0,1129	<b>Nov-98</b>	-1,5456	-1,3643	-0,1812
<b>Jul-95</b>	0,3483	0,4396	-0,0912	<b>Des-98</b>	-1,2981	-1,3302	0,0321
<b>Agu-95</b>	0,3131	0,2726	0,0405	<b>Jan-99</b>	-1,2334	-1,1277	-0,1056
<b>Sep-95</b>	0,2861	0,2589	0,0272	<b>Feb-99</b>	-1,3018	-1,1395	-0,1623
<b>Okt-95</b>	-0,1166	0,2274	-0,3440	<b>Mar-99</b>	-0,9378	-1,1167	0,1789
<b>Nov-95</b>	-0,2795	-0,1655	-0,1139	<b>Apr-99</b>	-0,5117	-0,7675	0,2558
<b>Des-95</b>	0,1530	-0,2826	0,4356	<b>Mei-99</b>	-0,6572	-0,4574	-0,1998
<b>Jan-96</b>	-0,0291	0,1332	-0,1622	<b>Jun-99</b>	-0,4809	-0,5641	0,0831
<b>Feb-96</b>	-0,0918	-0,0650	-0,0268	<b>Jul-99</b>	-0,1224	-0,3577	0,2354
<b>Mar-96</b>	-0,2143	-0,0673	-0,1470	<b>Agu-99</b>	-0,2628	-0,1058	-0,1570
<b>Apr-96</b>	-0,1289	-0,1661	0,0372	<b>Sep-99</b>	-0,0520	-0,2805	0,2285
<b>Mei-96</b>	-0,1980	-0,1974	-0,0006	<b>Okt-99</b>	-0,2927	0,0111	-0,3037
<b>Jun-96</b>	-0,0558	-0,1872	0,1314	<b>Nov-99</b>	-0,4167	-0,2605	-0,1562
<b>Jul-96</b>	-0,4711	-0,0123	-0,4587	<b>Des-99</b>	-0,7028	-0,4678	-0,2350
<b>Agu-96</b>	-0,6974	-0,4642	-0,2331	<b>Jan-00</b>	-0,8521	-0,6297	-0,2225
<b>Sep-96</b>	-0,5524	-0,6770	0,1247	<b>Feb-00</b>	-1,0579	-0,8059	-0,2520
<b>Okt-96</b>	-0,8210	-0,4868	-0,3342	<b>Mar-00</b>	-0,8278	-1,0139	0,1861
<b>Nov-96</b>	-0,4513	-0,7960	0,3447	<b>Apr-00</b>	-0,8221	-0,7289	-0,0932
<b>Des-96</b>	0,0604	-0,3895	0,4498	<b>Mei-00</b>	-0,4985	-0,7193	0,2208
<b>Jan-97</b>	0,3543	0,1499	0,2044	<b>Jun-00</b>	-0,0991	-0,4414	0,3423
<b>Feb-97</b>	0,3981	0,3196	0,0786	<b>Jul-00</b>	0,2580	-0,0164	0,2744
<b>Mar-97</b>	0,0975	0,4130	-0,3155	<b>Agu-00</b>	0,2235	0,2666	-0,0431

<b>Sep-00</b>	0,0425	0,2168	-0,1743	<b>Feb-04</b>	0,2732	0,2595	0,0136
<b>Okt-00</b>	-0,0901	0,0428	-0,1330	<b>Mar-04</b>	0,0660	0,2188	-0,1528
<b>Nov-00</b>	-0,3774	-0,1322	-0,2453	<b>Apr-04</b>	0,1029	0,0822	0,0206
<b>Des-00</b>	-0,6778	-0,4194	-0,2584	<b>Mei-04</b>	-0,0169	0,0271	-0,0441
<b>Jan-01</b>	-0,9505	-0,6532	-0,2973	<b>Jun-04</b>	0,2849	-0,0514	0,3362
<b>Feb-01</b>	-0,6760	-0,8931	0,2171	<b>Jul-04</b>	0,6080	0,2873	0,3207
<b>Mar-01</b>	-0,8280	-0,6427	-0,1852	<b>Agu-04</b>	0,8693	0,5684	0,3009
<b>Apr-01</b>	-0,3942	-0,7473	0,3531	<b>Sep-04</b>	0,9882	0,7919	0,1963
<b>Mei-01</b>	0,1213	-0,3195	0,4408	<b>Okt-04</b>	1,0615	0,9411	0,1204
<b>Jun-01</b>	0,3035	0,1779	0,1257	<b>Nov-04</b>	0,5732	0,9537	-0,3805
<b>Jul-01</b>	0,4025	0,2819	0,1206	<b>Des-04</b>	0,4594	0,4462	0,0133
<b>Agu-01</b>	0,2558	0,4089	-0,1531	<b>Jan-05</b>	0,6233	0,3669	0,2564
<b>Sep-01</b>	0,6407	0,2344	0,4063	<b>Feb-05</b>	0,1445	0,5320	-0,3875
<b>Okt-01</b>	0,1826	0,5168	-0,3342	<b>Mar-05</b>	0,2338	0,0476	0,1861
<b>Nov-01</b>	0,2709	0,1332	0,1377	<b>Apr-05</b>	0,5697	0,2170	0,3527
<b>Des-01</b>	0,2626	0,2210	0,0416	<b>Mei-05</b>	0,2534	0,5451	-0,2918
<b>Jan-02</b>	0,3851	0,2182	0,1669	<b>Jun-05</b>	0,1610	0,1462	0,0147
<b>Feb-02</b>	0,2018	0,2806	-0,0788	<b>Jul-05</b>	-0,2170	0,1690	-0,3860
<b>Mar-02</b>	0,0038	0,1892	-0,1854	<b>Agu-05</b>	-0,1206	-0,1888	0,0683
<b>Apr-02</b>	-0,1324	-0,0173	-0,1151	<b>Sep-05</b>	0,1100	-0,2253	0,3353
<b>Mei-02</b>	-0,0353	-0,1885	0,1531	<b>Okt-05</b>	0,1966	0,1286	0,0680
<b>Jun-02</b>	0,5477	-0,0666	0,6142	<b>Nov-05</b>	0,5592	0,2249	0,3342
<b>Jul-02</b>	0,6165	0,5199	0,0965	<b>Des-05</b>	0,3595	0,5176	-0,1581
<b>Agu-02</b>	0,7245	0,5743	0,1502	<b>Jan-06</b>	-0,2635	0,3482	-0,6117
<b>Sep-02</b>	1,2530	0,6713	0,5817	<b>Feb-06</b>	-0,9896	-0,2823	-0,7073
<b>Okt-02</b>	1,2012	1,1706	0,0305	<b>Mar-06</b>	-0,5744	-0,9733	0,3988
<b>Nov-02</b>	0,7293	1,0313	-0,3020	<b>Apr-06</b>	0,0274	-0,5759	0,6033
<b>Des-02</b>	0,3651	0,6058	-0,2408	<b>Mei-06</b>	-0,0713	0,0358	-0,1071
<b>Jan-03</b>	0,4236	0,3055	0,1180	<b>Jun-06</b>	0,2171	-0,0032	0,2203
<b>Feb-03</b>	0,6683	0,2606	0,4077	<b>Jul-06</b>	0,4640	0,3117	0,1524
<b>Mar-03</b>	0,7105	0,5393	0,1711	<b>Agu-06</b>	0,7872	0,4347	0,3525
<b>Apr-03</b>	0,5063	0,6892	-0,1829	<b>Sep-06</b>	1,0046	0,6632	0,3414
<b>Mei-03</b>	0,3393	0,4492	-0,1099	<b>Okt-06</b>	1,3014	0,9873	0,3141
<b>Jun-03</b>	0,6685	0,2461	0,4224	<b>Nov-06</b>	1,1154	1,2107	-0,0953
<b>Jul-03</b>	0,5804	0,5795	0,0009	<b>Des-06</b>	0,6713	0,9559	-0,2846
<b>Agu-03</b>	0,4242	0,4949	-0,0708	<b>Jan-07</b>	0,5125	0,5730	-0,0604
<b>Sep-03</b>	0,5879	0,3592	0,2287	<b>Feb-07</b>	0,3641	0,4178	-0,0536
<b>Okt-03</b>	0,3450	0,5488	-0,2038	<b>Mar-07</b>	0,5046	0,2285	0,2762
<b>Nov-03</b>	0,2440	0,2440	0,0000	<b>Apr-07</b>	0,5924	0,4310	0,1614
<b>Des-03</b>	0,4542	0,1688	0,2854	<b>Mei-07</b>	0,6837	0,5778	0,1060
<b>Jan-04</b>	0,3465	0,4421	-0,0956	<b>Jun-07</b>	0,4831	0,6046	-0,1215

<b>Jul-07</b>	0,4482	0,4276	0,0206	<b>Des-10</b>	-0,9072	-1,0466	0,1394
<b>Agu-07</b>	0,7305	0,3988	0,3317	<b>Jan-11</b>	-0,6762	-0,7714	0,0952
<b>Sep-07</b>	0,6846	0,6402	0,0444	<b>Feb-11</b>	-0,7092	-0,5395	-0,1697
<b>Okt-07</b>	0,3473	0,6009	-0,2536	<b>Mar-11</b>	-0,1094	-0,6414	0,5320
<b>Nov-07</b>	0,0288	0,3164	-0,2876	<b>Apr-11</b>	-0,2749	-0,0022	-0,2727
<b>Des-07</b>	-0,4620	0,0029	-0,4649	<b>Mei-11</b>	-0,4456	-0,1873	-0,2583
<b>Jan-08</b>	-0,5879	-0,5108	-0,0771	<b>Jun-11</b>	-0,2351	-0,4394	0,2043
<b>Feb-08</b>	-1,1955	-0,5851	-0,6103	<b>Jul-11</b>	0,1740	-0,1487	0,3227
<b>Mar-08</b>	-0,9666	-1,0971	0,1305	<b>Agu-11</b>	0,2039	0,1625	0,0413
<b>Apr-08</b>	-0,9770	-0,8925	-0,0845	<b>Sep-11</b>	0,3132	0,1827	0,1305
<b>Mei-08</b>	-0,3872	-0,8470	0,4598	<b>Okt-11</b>	0,3190	0,3754	-0,0565
<b>Jun-08</b>	-0,2430	-0,3033	0,0604	<b>Nov-11</b>	0,0426	0,3001	-0,2575
<b>Jul-08</b>	-0,0764	-0,1184	0,0420	<b>Des-11</b>	-0,7999	-0,0376	-0,7623
<b>Agu-08</b>	-0,3261	-0,0207	-0,3054	<b>Jan-12</b>	-0,5468	-0,7475	0,2007
<b>Sep-08</b>	-0,1412	-0,2704	0,1292	<b>Feb-12</b>	-0,9151	-0,5165	-0,3986
<b>Okt-08</b>	-0,1525	-0,1325	-0,0200	<b>Mar-12</b>	-0,5202	-0,8952	0,3750
<b>Nov-08</b>	-0,4479	-0,1385	-0,3094	<b>Apr-12</b>	-0,6458	-0,4585	-0,1874
<b>Des-08</b>	-0,6188	-0,4190	-0,1998	<b>Mei-12</b>	-0,7133	-0,4670	-0,2463
<b>Jan-09</b>	-0,5074	-0,5438	0,0364	<b>Jun-12</b>	-0,3437	-0,6789	0,3352
<b>Feb-09</b>	-0,3338	-0,4684	0,1346	<b>Jul-12</b>	0,3819	-0,2664	0,6483
<b>Mar-09</b>	-0,1084	-0,3125	0,2041	<b>Agu-12</b>	0,9799	0,4307	0,5492
<b>Apr-09</b>	-0,0948	-0,0340	-0,0609	<b>Sep-12</b>	0,9630	0,9383	0,0247
<b>Mei-09</b>	0,2869	-0,0322	0,3191	<b>Okt-12</b>	0,8291	0,9596	-0,1305
<b>Jun-09</b>	0,1898	0,2750	-0,0852	<b>Nov-12</b>	0,4706	0,7824	-0,3118
<b>Jul-09</b>	0,0465	0,1933	-0,1468	<b>Des-12</b>	0,6024	0,3369	0,2655
<b>Agu-09</b>	0,3148	0,0366	0,2782	<b>Jan-13</b>	0,2082	0,4759	-0,2676
<b>Sep-09</b>	0,6039	0,3010	0,3029	<b>Feb-13</b>	0,0911	0,1723	-0,0811
<b>Okt-09</b>	0,9623	0,5409	0,4213	<b>Mar-13</b>	-0,1608	0,0387	-0,1995
<b>Nov-09</b>	1,0539	0,8951	0,1588	<b>Apr-13</b>	-0,1622	-0,1569	-0,0053
<b>Des-09</b>	1,1613	1,0178	0,1435	<b>Mei-13</b>	-0,1752	-0,1831	0,0079
<b>Jan-10</b>	1,3525	1,0448	0,3077	<b>Jun-13</b>	-0,0531	-0,1609	0,1078
<b>Feb-10</b>	0,8732	1,2025	-0,3293	<b>Jul-13</b>	0,2632	-0,0246	0,2878
<b>Mar-10</b>	1,1910	0,7533	0,4377	<b>Agu-13</b>	0,2705	0,2727	-0,0022
<b>Apr-10</b>	0,7593	1,0491	-0,2898	<b>Sep-13</b>	0,1582	0,2665	-0,1084
<b>Mei-10</b>	-0,0314	0,6474	-0,6788	<b>Okt-13</b>	0,1744	0,1569	0,0175
<b>Jun-10</b>	-0,2285	-0,1405	-0,0880	<b>Nov-13</b>	0,6477	0,1652	0,4825
<b>Jul-10</b>	-0,0859	-0,2267	0,1408	<b>Des-13</b>	0,2267	0,5787	-0,3520
<b>Agu-10</b>	-0,4032	-0,1394	-0,2638	<b>Jan-14</b>	-0,1786	0,1975	-0,3761
<b>Sep-10</b>	-0,6442	-0,4292	-0,2150	<b>Feb-14</b>	0,3317	-0,1666	0,4983
<b>Okt-10</b>	-0,8339	-0,5113	-0,3226	<b>Mar-14</b>	0,2481	0,3135	-0,0654
<b>Nov-10</b>	-1,0591	-0,7470	-0,3121	<b>Apr-14</b>	0,2930	0,1631	0,1299

<b>Mei-14</b>	0,0849	0,2852	-0,2004
<b>Jun-14</b>	-0,0520	0,1620	-0,2141
<b>Jul-14</b>	-0,2906	-0,1363	-0,1543
<b>Agu-14</b>	-0,1577	-0,3030	0,1453
<b>Sep-14</b>	0,5062	-0,1025	0,6087
<b>Okt-14</b>	0,7696	0,4745	0,2951
<b>Nov-14</b>	0,6183	0,7378	-0,1195
<b>Des-14</b>	0,5402	0,6330	-0,0928
<b>Jan-15</b>	0,5543	0,4986	0,0557
<b>Feb-15</b>	0,5656	0,4320	0,1336
<b>Mar-15</b>	0,5087	0,4844	0,0243
<b>Apr-15</b>	0,7340	0,4811	0,2529
<b>Mei-15</b>	0,6585	0,6631	-0,0046
<b>Jun-15</b>	0,6280	0,5836	0,0444
<b>Jul-15</b>	0,7322	0,5674	0,1648
<b>Agu-15</b>	1,2334	0,6712	0,5622
<b>Sep-15</b>	0,8496	1,1099	-0,2603
<b>Okt-15</b>	1,0975	0,7667	0,3307
<b>Nov-15</b>	1,1307	1,0110	0,1198
<b>Des-15</b>	0,8490	1,0225	-0,1735
<b>Jan-16</b>	0,6414	0,6801	-0,0387
<b>Feb-16</b>	0,4657	0,5897	-0,1240
<b>Mar-16</b>	0,3397	0,3953	-0,0556
<b>Apr-16</b>	0,6254	0,2163	0,4091
<b>Mei-16</b>	0,1414	0,5955	-0,4541
<b>Jun-16</b>	-0,3762	0,1389	-0,5151
<b>Jul-16</b>	-0,5802	-0,4083	-0,1719
<b>Agu-16</b>	-0,4089	-0,5297	0,1208
<b>Sep-16</b>	-0,5757	-0,4103	-0,1653
<b>Okt-16</b>	-0,5764	-0,5287	-0,0477
<b>Nov-16</b>	-0,6238	-0,4389	-0,1849
<b>Des-16</b>	-0,4316	-0,5317	0,1000



#### Lampiran 4. Script untuk pengolahan data dengan teknik *Power Spectral Density* (PSD)

```
%=====
% Program Membaca Data Curah hujan Semarang, Surabaya,
% dan Cilacap
% Teknik PSD
% Januari 1981 - November 2017
% By:    Novi Yoviyanti
%        Program Studi Fisika
%        Universitas Negeri Yogyakarta
%=====
% Load Data
%=====
%load data dari excel
data=xlsread('aplikasi',5,'B2:D444');
[m,n]=size(data);
t=1:length(data);
y=data;
[spec,f]=fftrl(y,t);
spec=real(spec).^2+imag(spec).^2; %rumus frekuensi
f=1./f;
figure;semilogx(f,spec);grid on
h= legend('Semarang','Surabaya','Cilacap',5)
set (gca,'xtick',[0 10^0 3 6 9 12 20 30 50 60])
xlabel('Periode(bulan)','fontweight','bold','fontsize',
16)
ylabel('Energi Spektral
(m^2/s^2/Hz)','fontweight','bold','fontsize',16)
title('Power Spectral Density (PSD) Curah Hujan Periode
Jan 1981 - Nov 2017','fontweight','bold')
```

### Lampiran 5.Script untuk diagram Hovmoller (Tahun 2015-2016)

```
# =====
# Hovmoller lontime (rata-rata latitude)
# Pulau Jawa Tahun 2015-2016
# By: Novi Yoviyanti
#     Program Studi Fisika
#     Universitas Negei Yogyakarta
# =====
'reinit'
'sdfopen D:\chirps_indo.nc'
'set display color white'
'c'
'set grads off'
'set grid off'
'set csmooth on'
'set string 1 tl 4'
'set strsiz 0.2'
'set cthick 2'
'set xlopts 1 6 0.13'
'set ylopts 1 6 0.13'
'set mpt 0 1 1 12'
'set mpt 1 1 1 12'
'set mpt 2 1 3 12'

'set lon 105 115'
'set lat -7'
'set t 409 432'

'set clevs 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000'
'set ccols 9 4 11 5 3 10 7 12 8 2 6'
'set gxout shaded'
'set csmooth on'
'set mpdset hires'

'd ave(precipitation,lat=-9,lat=-5)'
'cbarn'
'draw xlab Latitude'
'draw ylab Time'
'printim D:\belajar\1.hov_lontime.png white'
'clear'
```

## Lampiran 6. Script Anomali Curah Hujan Pulau Jawa Saat Puncak Kondisi Ekstrim

```
# =====
# Anomali Curah Hujan Pulau Jawa
# Wilayah Semarang, Surabaya, dan Cilacap
# By: Novi Yoviyanti
#     Program Studi Fisika
#     Universitas Negei Yogyakarta
# =====
'reinit'
'sd fopen D:\chirps_indo.nc'
'set lat -10 -5'
'set lon 105 115'
'set gxout shaded'
'set mpdset hires'
'set csmooth on'
'define rataan = ave(precipitation, t=9, t=438, 12)'

#Sep2015
'set time sep2015'
'define anomsep2015=precipitation-rataan'
'set clevs -900 -750 -600 -450 -300 -150 -50 0 50 150
300 450 600 750 900'
'set ccols 69 68 67 66 65 64 63 62 42 43 44 45 46 47 48
49'
'd anomsep2015'
'cbarn'

'set line 2'
'Set string 1 1 10'
'set strsiz 0.16'
'set string 2'

lon1=110.39
lat1=-6.98
'q w2xy 'lon1' 'lat1
say result
x1=subwrd(result,3)
y1=subwrd(result,6)
'draw mark '3' 'x1' 'y1' '0.15
'draw string 'x1+0.1' 'y1' 'Semarang'

lon2=112.72
lat2=-7.22
'q w2xy 'lon2' 'lat2
say result
```

```

x2=subwrd(result,3)
y2=subwrd(result,6)
'draw mark '3'      'x2'  'y2'  '0.15
'draw string 'x2+0.1' 'y2' 'Surabaya'

lon3=109.00
lat3=-7.70
'q w2xy 'lon3'      'lat3
say result
x3=subwrd(result,3)
y3=subwrd(result,6)
'draw mark '3'      'x3'  'y3'  '0.15
'draw string 'x3+0.1' 'y3' 'Cilacap'

'draw title Anomali curah hujan Pulau Jawa September
2015'
'draw ylab Latitude'
'draw xlab Longitude'
'printim D:\belajar\09.15.Sep.png white'

```

## Lampiran 7.Script Klimatologis Curah Hujan Pulau Jawa 1981-2016

```
# =====
# Klimatologis Curah Hujan Pulau Jawa
# Wilayah Semarang, Surabaya, dan Cilacap
# By: Novi Yoviyanti
#     Program Studi Fisika
#     Universitas Negei Yogyakarta
# =====
'reinit'
'sdfopen D:\chirps_indo.nc'
'set lat -10 -5'
'set lon 105 115'
'set gxout shaded'
'set mpdset hires'
'set csmooth on'
'define klim = ave(precipitation, t=9, t=432, 12)'

#Sep
'set clevs 0 100 200 300 400 500 600 700 800 900 1000'
'set ccols 9 14 4 11 5 13 3 7 12 8 2 6'
'd klim'
'cbarn'

'set line 2'
'Set string 1 1 10'
'set strsiz 0.16'
'set string 2'

lon1=110.39
lat1=-6.98
'q w2xy 'lon1'      'lat1
say result
x1=subwrd(result,3)
y1=subwrd(result,6)
'draw mark '3'      'x1'  'y1'  '0.15
'draw string 'x1+0.1' 'y1' 'Semarang''

lon2=112.72
lat2=-7.22
'q w2xy 'lon2'      'lat2
say result
x2=subwrd(result,3)
y2=subwrd(result,6)
'draw mark '3'      'x2'  'y2'  '0.15
'draw string 'x2+0.1' 'y2' 'Surabaya''
```

```

lon3=109.00
lat3=-7.70
'q w2xy 'lon3'      'lat3
say result
x3=subwrd(result,3)
y3=subwrd(result,6)
'draw mark '3'      'x3'  'y3'  '0.15
'draw string 'x3+0.1' 'y3' 'Cilacap'

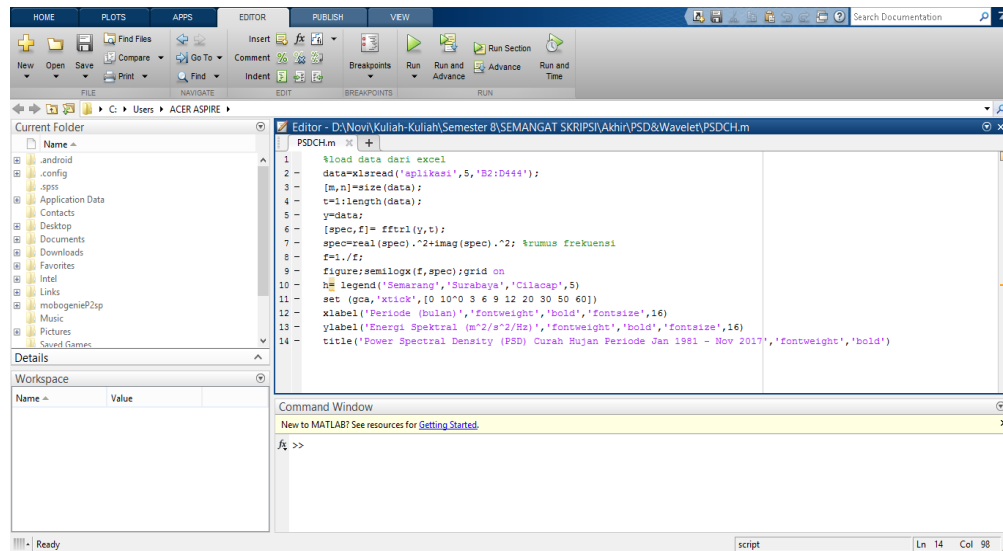
'draw title Klimatologis curah hujan Pulau Jawa
September 1981-2016'
'draw ylab Latitude'
'draw xlab Longitude'
'printim D:\belajar\Klim.09.Sep.png white'

```

## Lampiran 8. Tahap Pengolahan Data

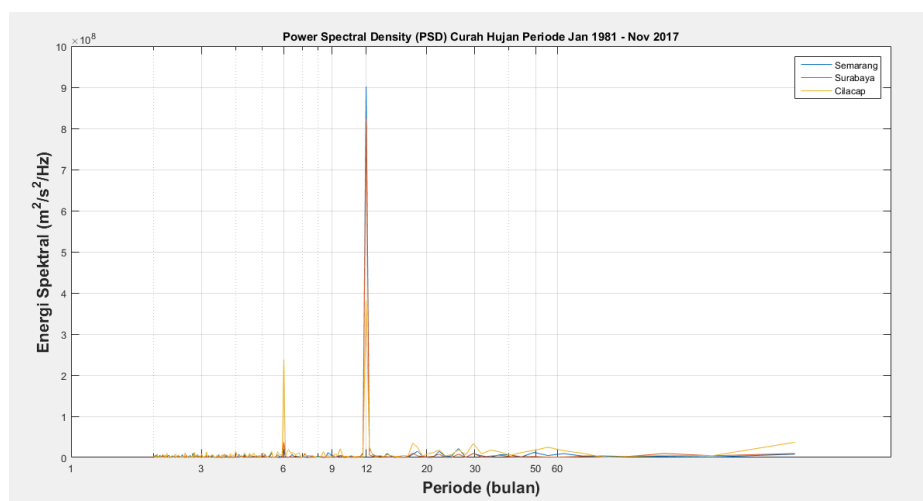
### A. Mencari Periodisitas Data

1. Buka MATLAB R2015b → *New* → *Script* dan masukkan *script* di kolom *Editor* seperti pada Gambar L1.



Gambar L1. Memasukkan *Script* untuk Teknik *Power Spectral Density* (PSD)

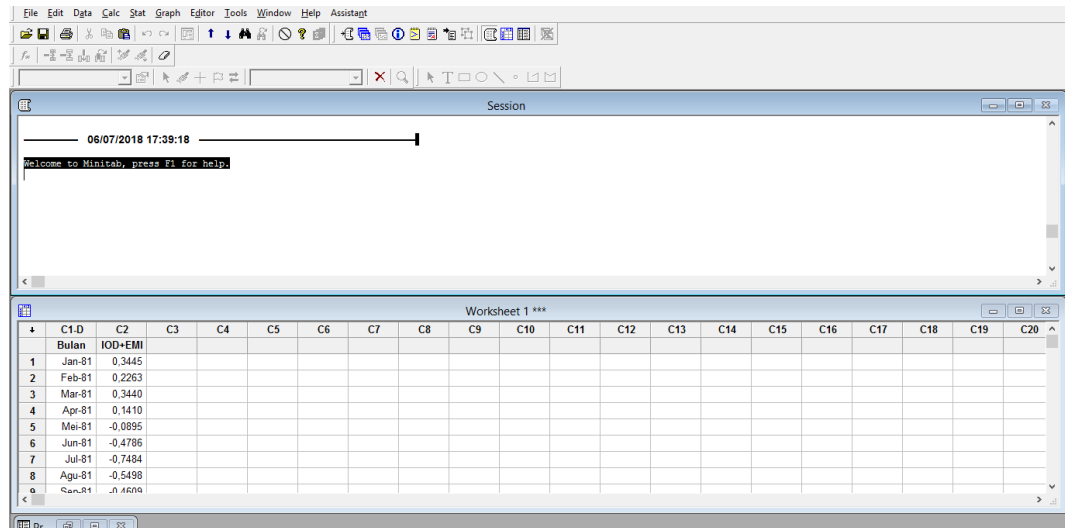
2. Kemudian simpan dalam format (\*.m) lalu klik *Run* untuk menjalankan program. Hasil periodisitas data curah hujan dapat dilihat seperti Gambar L2. Lakukan cara yang sama untuk data indeks IOD dan indeks El Niño Modoki.



Gambar L2. Hasil *Power Spectral Density* (PSD) Data Curah Hujan

## B. Pembuatan Model Telekoneksi

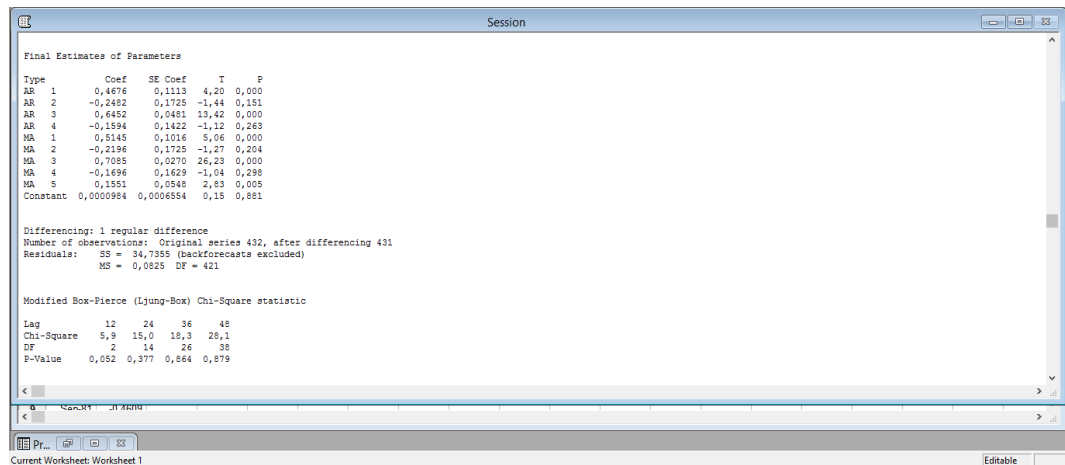
1. Buka *Minitab 16* lalu masukkan data telekoneksi antara IOD dan El Niño Modoki di kolom C1 dan C2 pada *Worksheet* seperti pada Gambar L3.



Gambar L3. Memasukkan Data Telekoneksi

2. Untuk membuat plot *time series*, klik Stat → *Time Series* → *Time Series Plot* → *Simple* → *Ok*. Lalu masukkan data telekoneksi ke kolom *Series*. *Time/Scale* → *Calendar* → *Month Year* → *Ok*.
3. Untuk membuat plot Fungsi Autokorelasi, klik Stat → *Time Series* → *Autocorrelation*. Lalu masukkan data telekoneksi ke kolom *Series* → *Ok*.
4. Untuk membuat plot Fungsi Autokorelasi Parsial, klik Stat → *Time Series* → *Partial Autocorrelation*. Lalu masukkan data telekoneksi ke kolom *Series* → *Ok*.
5. Untuk membuat model telekoneksi, klik Stat → *Time Series* → *ARIMA*. Lalu masukkan data telekoneksi ke kolom *Series* → isi kolom *Autoregressive* dengan 4 → isi kolom *Difference* dengan 1 → isi kolom *Moving Average* dengan 5 → *Ok*. Kemudian didapatkan parameter yang ditunjukkan pada Gambar L4.



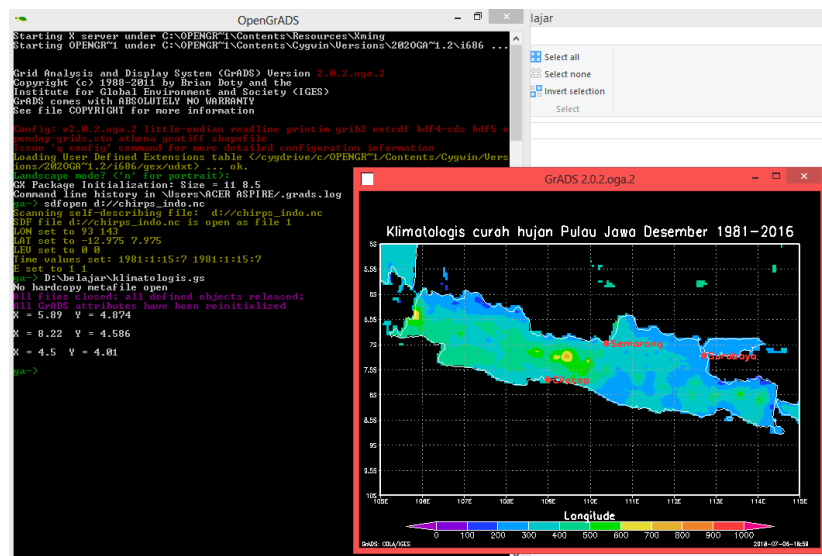


Gambar L4. Parameter Model ARIMA (4,1,5)

- Kemudian untuk mendapatkan nilai model, masukkan koefisien parameter dari *AR* dan *MA* ke dalam persamaan ARIMA. Lalu kurangi nilai asli dengan nilai model maka didapatkan nilai galat.

### C. Pembuatan Peta Spasial

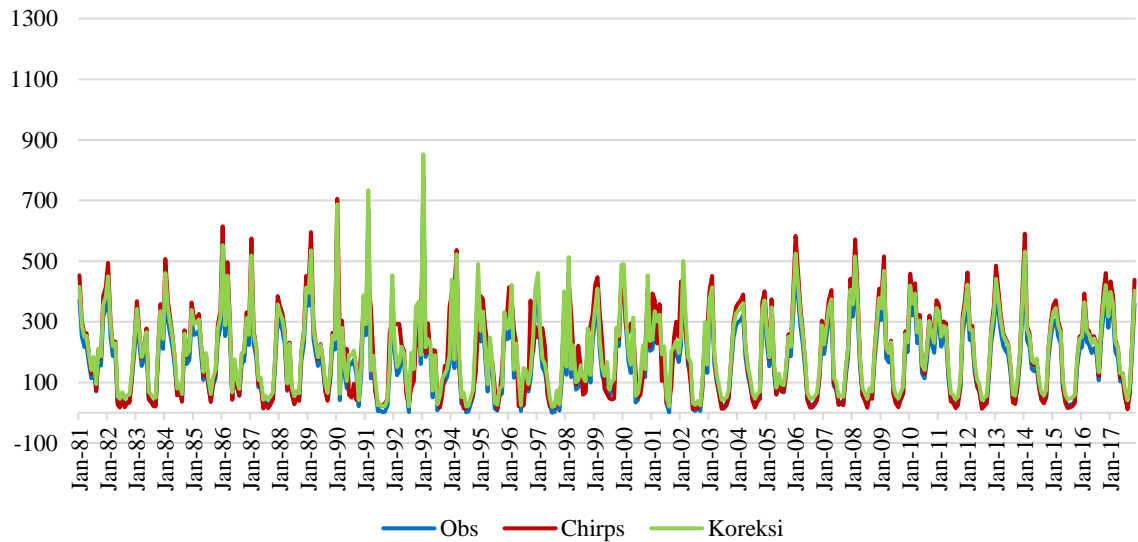
- Tulis *script* di *Notepad* lalu *save* dengan format (\*.GS).
- Buka *GrADS 2.0* → Klik *Enter* → ketik *sdlopen d://chirps\_indo.nc* untuk membuka data awal → Klik *Enter* → masukkan *Script* → Klik *Enter*. Hasil spasial akan ditunjukkan seperti pada Gambar L5.



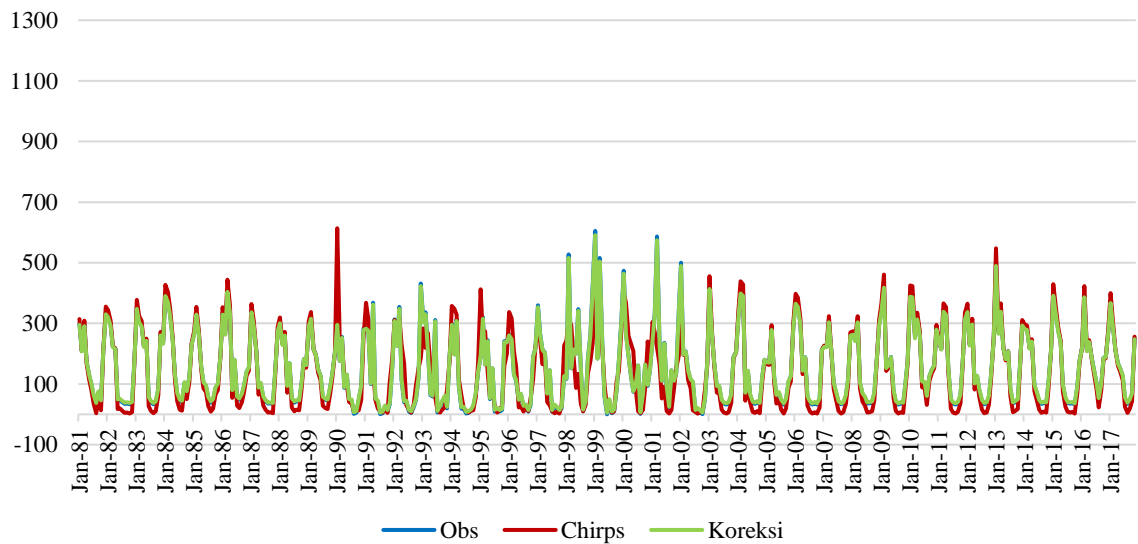
Gambar L5. Hasil Peta Spasial

## Lampiran 9. Time Series Curah Hujan Observasi, CHIRPS, dan Koreksi Periode 1981-2017

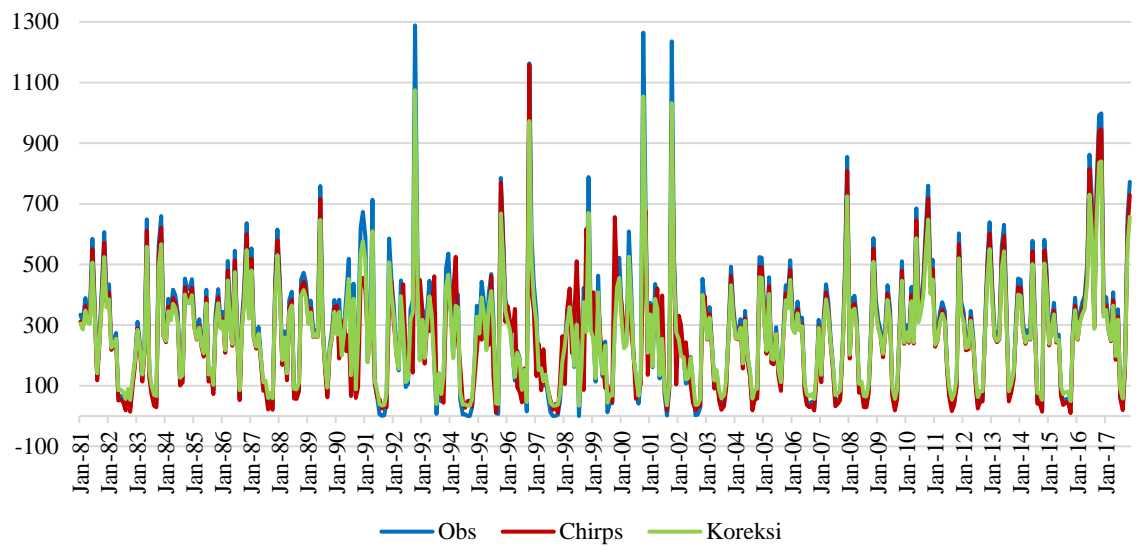
### a. Semarang



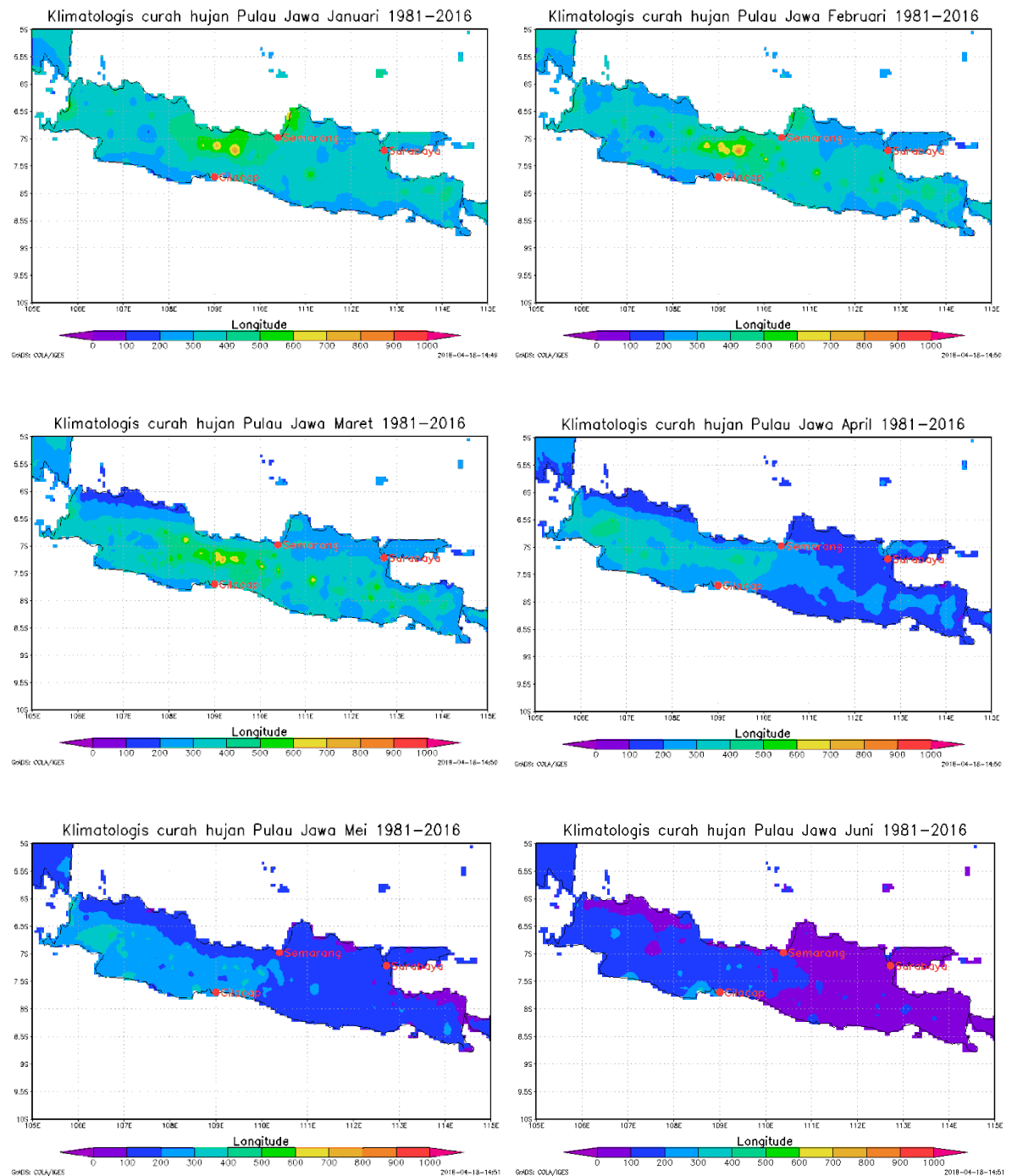
### b. Surabaya

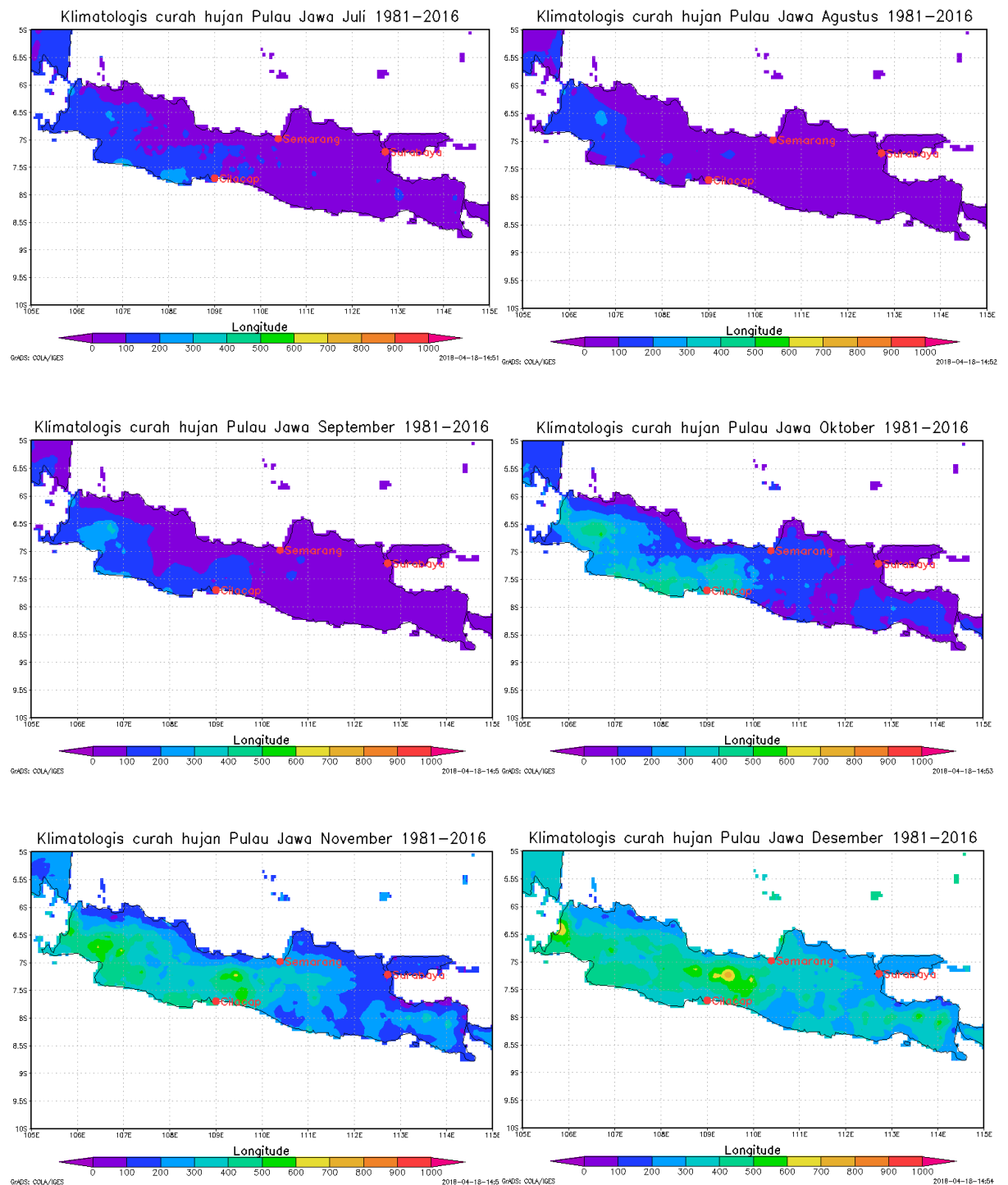


### c. Cilacap

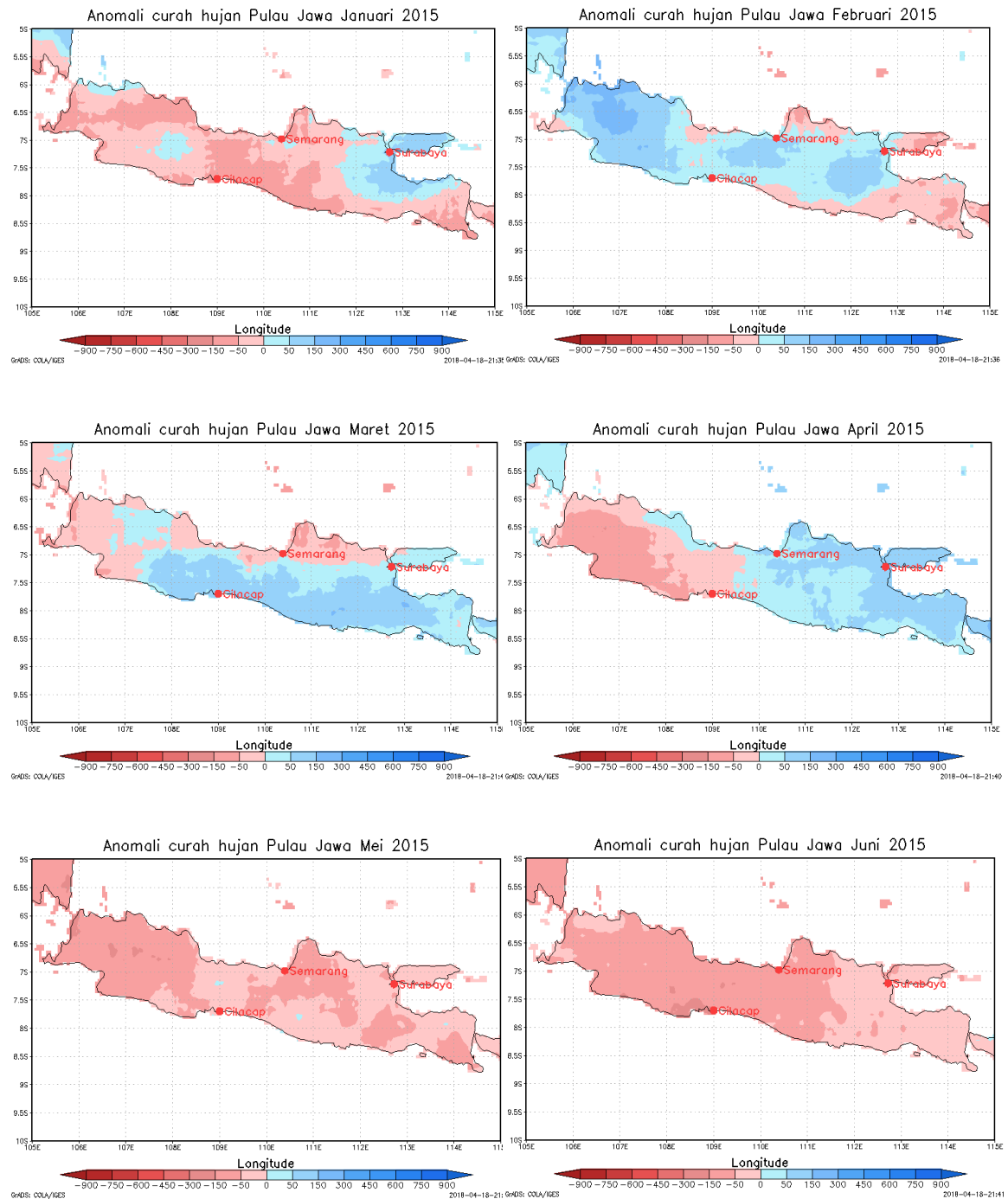


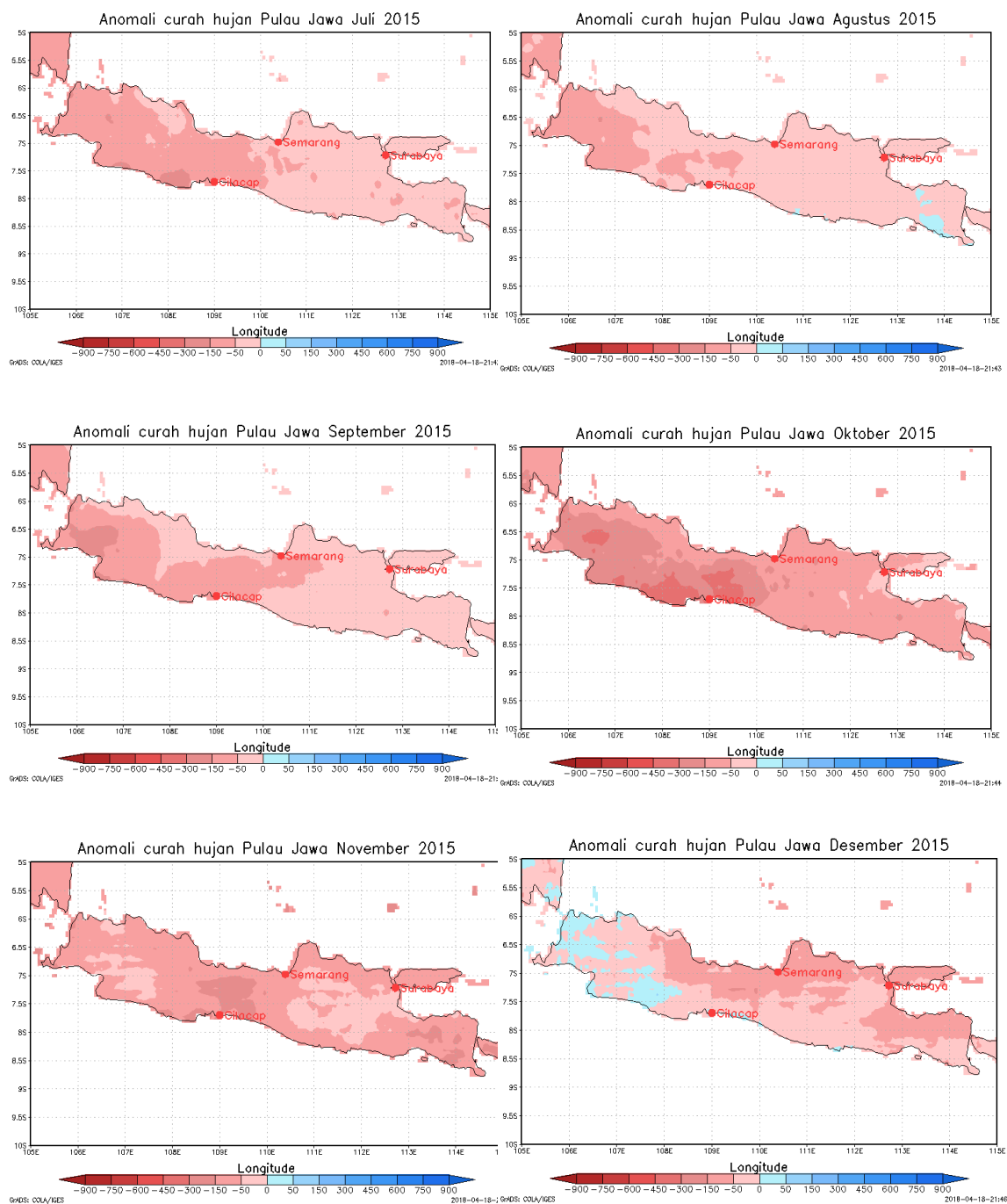
## Lampiran 10. Klimatologis Curah Hujan Pulau Jawa Periode 1981-2016





## Lampiran 11. Distribusi Anomali Curah Hujan Pulau Jawa saat Kondisi Ekstrim Kemarau 2015





## Lampiran 12. Distribusi Anomali Curah Hujan Pulau Jawa saat Kondisi Ekstrim Basah 2016

